

WZU

Wissenschaftszentrum Umwelt
Universität Augsburg

Jahresbericht 2014



UNA
Universität
Augsburg
University

Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Leserinnen und Leser,

der Umwelthistoriker Joachim Radkau weist in seiner monumentalen Geschichte der Umweltbewegung (*Die Ära der Ökologie, 2011*) nach, dass das Umweltengagement wesentlich auch von der Sorge um die eigene Gesundheit getrieben wurde und wird. Doch radioaktive Nuklide oder toxische Chemikalien sind nur die äußersten Extreme eines Spektrums an Umweltfaktoren, denen wir täglich ausgesetzt sind. Städte kann man durchaus mit Vulkanen vergleichen, weil hier stetig gesundheitsrelevante Gase und Partikel emittiert werden oder sich in dem Gebräu der Stadtluft unter Einfluss des Sonnenlichtes bilden.

Dass diese Stoffe hochgradig gesundheitsrelevant sind, ist zweifelsfrei erwiesen. Insbesondere für Menschen mit Vorerkrankungen, aber auch für Kinder und ältere Menschen, sind die Wirkungen von Luftschadstoffen eine täglich spürbare Belastung und Einschränkung. Feinstaub etwa kann nicht nur zu Erkrankungen der Atemwege

und der Haut, sondern auch des Herz-Kreislauf-Systems führen oder bestehende Erkrankungen verstärken. Deshalb analysieren wir solche Faktoren, untersuchen ihre gesundheitlichen Wirkungen, schlagen Maßnahmen vor und prüfen deren Effizienz. Im Kontext der geplanten Errichtung einer medizinischen Fakultät an der Universität Augsburg erhalten die Forschungen im Gebiet Environmental Health, die seit über zehn Jahren am Wissenschaftszentrum Umwelt und auch am Institut für Geographie durchgeführt werden, zusätzliches Gewicht. Sie sind längst ein wesentlicher Knotenpunkt für Kooperationen mit wichtigen Partnern in der Umweltforschung, insbesondere mit dem Helmholtz Zentrum München, aber auch mit weiteren süddeutschen sowie internationalen Partnern.

Unsere Aktivitäten in diesem und in anderen Feldern der Umweltforschung stellt Ihnen dieser Jahresbericht vor; gern geben wir oder die jeweiligen ProjektleiterInnen Ihnen auch weitere Informationen. Wir freuen uns, wenn Sie uns kontaktieren und wünschen Ihnen eine anregende Lektüre.



Prof. Dr. Armin Reller



Prof. Dr. Marita Krauss



Prof. Dr. Jucundus Jacobeit



Dr. Jens Soentgen

Inhalt

UMWELT UND GESUNDHEIT

- 06 Aerosolmessstation
- 13 Luftschadstoffe und Blutbiomarker
- 17 Klimawandel und Feinstaub in Bayern

RESSOURCEN UND STOFFGESCHICHTEN

- 24 Lehrstuhl für Ressourcenstrategie
- 33 Ressourcengeographie des Phosphors
- 36 Stoffgeschichte der Seltenen Erden
- 39 ForCycle – Rohstoffwende Bayern
- 43 Grüner Klee und Dynamit

LOKALE UMWELTEN

- 48 Klimawandel und Wasserbilanz im Hochgebirge
- 53 Regionales Klimahandeln
- 56 Lech-Projekt
- 58 Die Terras Pretas im Amazonas-Gebiet
- 62 Ein Stoff macht Zukunft: Lithium am Salar de Uyuni, Bolivien

WISSENSVERMITTLUNG UND ANWENDUNG

- 68 Disziplinübergreifende Lehrveranstaltungen
- 71 Management von Nachhaltigkeit und CSR
- 74 Arbeitskreis Nachhaltigkeit
- 77 WZU-Kolloquium Mittagstisch
- 79 Klimakommunikation
- 81 Grüne Lern- und Arbeitsinseln
- 84 Stoffgeschichten

IM GESPRÄCH

- 88 mit Claus Kumutat, Präsident des Bayerischen Landesamts für Umwelt, LfU

DAS WZU

- 92 Profil
- 93 Das Team am WZU
- 94 Die Mitglieder des WZU
- 98 Rückblick
- 100 Aktuelle Publikationen







UMWELT UND GESUNDHEIT

- 06 Aerosolmessstation
- 13 Luftschadstoffe und Blutbiomarker
- 17 Klimawandel und Feinstaub in Bayern

Aerosolmessstation

Charakterisierung der chemischen und physikalischen Eigenschaften von Aerosolen in Augsburg

PROJEKTTEAM

- Dr. Josef Cyrus
cyrus@helmholtz-muenchen.de
Tel.: 0821 598 3562
- Dr. Jianwei Gu
jianwei.gu@physik.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3578
- Thomas Kusch
Thomas.Kusch@hs-augsburg.de
Tel.: 0821 5586 3259 (Büro)
Tel.: 0821 5586 3918 (Messstation)
- Uwe Hartz
uwe.hartz@helmholtz-muenchen.de
Tel.: 0821 5586 3263
- Klaus Hager
klaus.hager@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 486 3666
- Dr. Jens Soentgen
soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560
- Claudia Weitnauer
claudia.weitnauer@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2765
- Dr. Christoph Beck
christoph.beck@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2129

PROJEKTPARTNER

- Bayerisches Landesamt für Umwelt, Dr. Ott,
Dr. Mike Pitz

- Department of Applied Environmental Science,
University Stockholm, Dr. Johansson
- Deutscher Wetterdienst, Dr. Fricke, Dr. Flentje
- Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ,
Dr. Franck
- Helmholtz Zentrum München, Prof. Dr. Peters,
Dr. Schneider, Dr. Schnelle-Kreis,
Prof. Dr. Zimmermann
- Hochschule Augsburg, Prof. Dr. Weber
- Institut für Energie- und Umwelttechnik,
Dr. Kuhlbusch
- Institut für Troposphärenforschung, Dr. Birmili,
Dr. Wiedensohler
- Karlsruher Institut für Technologie,
Prof. Dr. Schäfer, Dr. Suppan
- Ludwig-Maximilians-Universität München,
Prof. Dr. Küchenhoff
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Dr. Löschau
- Studienzentrum Kooperative Gesundheits-
forschung in der Region Augsburg (KORA),
PD Dr. Meisinger, Dr. Bastian
- Technische Universität Dresden, Prof. Dr. Kirch,
Dr. Pippel
- Technische Universität München, Dr. Wiegner
- THL National Institute for Health and Welfare,
Dr. Hänninen, Dr. Lanki
- Umweltbundesamt, Dr. Ries, Dr. Wirtz
- Universität Augsburg, Dr. Beck, Prof. Dr. Jacobbeit
- Utrecht University, Prof. Dr. Brunekreef, Dr. Hoek

Aerosolmessstation

Worum geht es?

Uns geht es um Grundlagenforschung, die belastbare Entscheidungsgrundlagen für die Energiepolitik, Klimapolitik und öffentliche Gesundheit sowie für Stadtplanung und Landnutzung liefern will. Wir erforschen, wie Feinstaub entsteht, wie er sich gesundheitlich auswirkt und welche Maßnahmen geeignet sind, ihn zu bekämpfen.

An der Universität Augsburg wird seit über zehn Jahren in enger Kooperation mit dem Zentralklinikum Augsburg sowie mit dem Helmholtz Zentrum München (Institut für Epidemiologie) disziplinübergreifend geforscht. Diese Forschung bringt praktisch relevante Ergebnisse hervor, die international rezipiert werden. Mehrere große Drittmittelprojekte (DFG, EU, Helmholtz) weisen Augsburg als erstklassigen Standort für die Forschung im Bereich Umwelt und Gesundheit aus.

Durch die langjährig gepflegte Zusammenarbeit in der Projektgruppe Aerosole-Klima-Gesundheit bestehen gewachsene Kooperationen mit dem Karlsruher Institut für Technologie, der Ludwig-Maximilian Universität München, der Technischen Universität München und insbesondere mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, die für eine erfolgreiche Arbeit unerlässlich sind.

Schwerpunkt unseres Interesses ist die Aerosolforschung. Aerosolpartikel kommen in der Luft in unterschiedlicher Konzentration, Zusammensetzung, Größe und Form vor. Sie sind hochkomplexe und dynamische Gemische, die insbesondere im städtischen Bereich anthropogenen Ursprungs sind und aus den Abgasen von Autos, Häusern und Betrieben entweichen. Insbesondere Verbrennungsprozesse liefern große Mengen sehr feiner und gesundheitlich besonders problematischer Partikel. Jeder Mensch atmet enorme Mengen dieser Partikel ein und

es stellt sich die Frage: Welche Eigenschaften und/oder Komponenten des Umweltaerosols sind für die in epidemiologischen Studien nachgewiesenen gesundheitlichen Folgen verantwortlich? Eine Klärung dieser Frage kann nur durch eine detaillierte physikalische und chemische Charakterisierung der Umweltpartikel erfolgen.

Zielsetzung & Methoden

Die Aerosolmessstation steht seit 2004 im Mittelpunkt der Environmental-Health-Aktivitäten am Wissenschaftszentrum Umwelt und am Institut für Geographie der Universität Augsburg. Sie ist ein wichtiger Netzwerkknäuel für die Kooperation vieler UmweltforscherInnen im süddeutschen Raum. Die Aerosolmessstation wird von der Universität Augsburg und dem Helmholtz Zentrum München in Kooperation mit der Hochschule Augsburg betrieben. Einbezogen in die Forschung ist auch das Karlsruhe Institut für Technologie (KIT, Campus Alpin).

Die Messstation liefert kontinuierlich hoch aufgelöste und hochwertige Daten zur physikalischen und chemischen Charakterisierung von feinen und ultrafeinen Partikeln, die die mittlere Belastung der Stadt Augsburg widerspiegeln und somit für einen Großteil der Augsburger Bevölkerung repräsentativ sind. Zudem werden meteorologische Größen erfasst, die die Feinstaubbelastung beeinflussen können. Folgende Aspekte stehen im Mittelpunkt der Forschungsaktivitäten:

- Bereitstellung von Daten für epidemiologische Studien, die die Gesundheitsrelevanz von Feinstaub und seinen Inhaltsstoffen untersuchen

Aerosolmessstation

- Bereitstellung von Daten für Studien, die den Zusammenhang von Umweltwandel (z.B. Klimawandel) und Gesundheit erforschen
- Quellenzuordnung (Identifizierung der wichtigsten Feinstaubquellen)
- Dokumentation zeitlicher Trends der Feinstaubbelastung
- Erforschung von Entstehungs- und Alterungsprozessen von Aerosolen
- Monitoring: Auswirkungen von Maßnahmen zur Feinstaubreduzierung (z.B. Umweltzone)
- Bereitstellung von Daten für die Modellierung von Luftschadstoffen
- Beitrag zur Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses (Master- und Doktorarbeiten; umweltwissenschaftliche Seminare)

Durchführung und Ergebnisse

Das Projektteam war im Berichtszeitraum an folgenden Projekten beteiligt:

- EU-Projekt: „Assessment of changing conditions, environmental policies, time-activities, exposure and disease“ (ACCEPTED)
- EU-Projekt: „Ultrafine Particles – an evidence based contribution to the development of regional and European environmental and health policy“ (UFIREG)
- HMGU-Projekt: „Exposure, Modeling and Epidemiology of Nanoparticles and their Composition within KORA“ (ULTRA III)
- Helmholtz-Gemeinschaft-Projekt: „Regionale Klimaänderungen – Ursachen und Folgen“ (REKLIM)
- EU-Projekt: „European Study of Cohorts for Air Pollution Effects“ (ESCAPE)
- EU-Projekt: „Transport Related Air Pollution and Health Impacts – Integrated Methodologies for Assessing Particulate Matter“ (TRANSPHORM)
- DFG-Projekt: „Klimawandel und Feinstaub in Bayern“ (PACLIBA – Particulate Matter and Climate Change in Bavaria)

Den Schwerpunkt der Arbeiten bildeten die Projekte ACCEPTED und ULTRA III, sowie UFIREG. Während im Rahmen der zwei ersten Projekte umfangreiche Messkampagnen durchgeführt wurden, wurden für ACCEPTED weitgehend vorhandene Daten ausgewertet.

ACCEPTED

Im Rahmen von ACCEPTED wird der Einfluss von Veränderungen in Stadtgestaltung, Verkehrspolitik, Demographie, Klima und Energiepolitik auf die Änderungen der Luftqualität in Innenräumen und in der Außenluft untersucht. Darüber hinaus werden die möglichen Auswirkungen dieser Änderungen auf die menschliche Gesundheit mit Methoden des Health Impact Assessments (HIA) abgeschätzt. Im Jahr 2013 lag der Schwerpunkt dieser Projektarbeit auf der Beurteilung der Effektivität von Umweltzonen in München, Berlin und Augsburg und auf den Veränderungen der Luftqualität in diesen Städten. Die Auswertung wurde in Zusammenarbeit mit dem Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI, Schweden, PP2) und der Stadt Stockholm durchgeführt. Mithilfe komplexer statistischer Modelle wurden die Feinstaub-Konzentrationen PM10 in Augsburg sowie in

Aerosolmessstation

München vor und nach Einführung der Umweltzone verglichen. In den Modellen wurde der Einfluss der Meteorologie durch Adjustierung auf eine Referenzmessstation ausgeglichen. Auch andere Störgrößen wie Windrichtung, Jahreszeit, Tageszeit und Ferien wurden herausgerechnet. Für Berlin liegen zusätzlich zu PM10-Werten auch Daten zu Black Carbon und PM2.5-Konzentrationen vor. Somit wurde die Analyse für Berlin auch für diese Parameter durchgeführt. Zusätzlich zu der statistischen Analyse der vorhandenen Messdaten wurde für Augsburg eine Modellierung der Effekte der Umweltzone mit dem Airviro Model (www.airviro.smhi.se) durchgeführt. In Juni 2014 wurden die Ergebnisse dieser Auswertungen in Stockholm im Rahmen des Seminars „Low Emission Zones – how to estimate the air quality benefits“ präsentiert. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse in einem Studienbericht dargestellt. Die Publikation der Ergebnisse wird vorbereitet. Im September 2014 wurde in Augsburg ein Workshop „Health Effect Assessment“ durchgeführt.

ULTRA III

Im Rahmen des ULTRA III-Projekts werden gegenwärtig an 20 Standorten in Augsburg sowie in den zwei Landkreisen Augsburg Land und Aichach-Friedberg ultrafeine Partikel, PM2.5, PM10, Black Smoke, Stickoxide sowie Ozon gemessen (s. Abb. 1). Die Messkampagne hat im Februar 2014 begonnen und liefert Daten für die Modellierung der räumlichen Verteilung der oben genannten Luftschadstoffe. Die Modellierung wird mit Hilfe von Land-Nutzungsmodellen erfolgen.

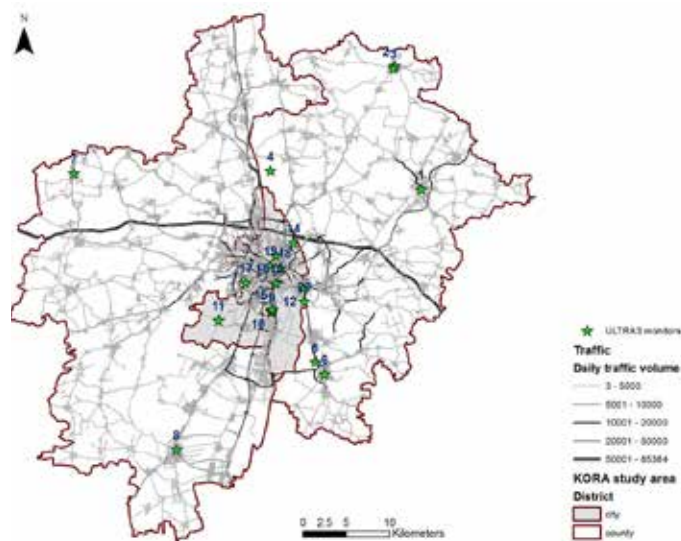


Abb. 1: Standorte der Messstationen in der ULTRA III-Studie

UFIREG

Die UFIREG-Studie ist eine multizentrische Studie, die in fünf europäischen Städten durchgeführt wird: Augsburg und Dresden, Prag (Tschechische Republik), Ljubljana (Slowenien) und Chernivtsi (Ukraine) (s. Abb. 2). Im Rahmen dieses Projekts fanden umfangreiche Messungen und Arbeiten zur Qualitätssicherung an der zentralen Aerosolmessstation in Augsburg statt. Im Dezember 2012 wurde das alte SMPS/TDMPS-Größenspektrometer durch eine neue Anlage ersetzt. Dieses Gerät bildet nun das Kernstück der Aerosolmessstation. Das neue System weist eine höhere Messgenauigkeit auf,

Aerosolmessstation

was insbesondere bei Langzeitmessungen sehr wichtig ist. Die wichtigsten Einzelverbesserungen betreffen die Regelungs- und Steuertechnik sowie die Sensorik für Temperatur, Durchfluss und relative Feuchte. Das neue SMPS/TDMPS-Größenspektrometer wurde zuerst parallel mit dem alten System in Betrieb genommen, damit eine Anpassung der gewonnenen Daten im Überlappbereich stattfinden konnte. Die Qualität der Messungen wurde auch wiederholt durch das Institut für Troposphärenforschung in Leipzig (TROPOS) in mehreren Round-Robin-Tests überprüft. Die Auswertung der Daten hat im April 2014 in einem internen Workshop in Leipzig begonnen und dauert an. An der Augsburger Messstation wurde eine neue Software implementiert. Die Daten der Luftschadstoffmessungen von 2011 bis 2012 wurden für die epidemiologische Analyse vorbereitet. Dazu wurde ein Codebuch mit etwa 350 Expositionsvariablen entwickelt. Da die Luftqualität wesentlich von den meteorologischen Bedingungen abhängig ist, fand im Rahmen von UFIREG eine Auswertung über die lokale meteorologische Situation aller UFIREG-Stationen statt.

Ausblick

Die Augsburger Messstation ist Teil eines Verbunds von Messstationen, die von der Zugspitze (Schneefernerhaus) über den Hohenpeißenberg (DWD) bis München und Augsburg in hochwertiger und kontinuierlicher Weise gesundheitsrelevante Daten messen, und zwar auf verschiedenen Höhenstufen. Dadurch können die Fragen nach der Herkunft dieser für die menschliche Gesundheit kritischen Luftbestandteile und nach konkreten Maßnahmen differenziert beantwortet werden.



Abb. 2: Karte der UFIREG-Standorte

Grundlegend für unseren Ansatz ist die langjährige, erfolgreiche und disziplinübergreifende Kooperation zwischen UmweltnaturwissenschaftlerInnen, EpidemiologInnen, MathematikerInnen und UmweltsozialwissenschaftlerInnen. Die Gruppe Aerosole-Klima-Gesundheit setzt sich aus rund 20 Mitgliedern zusammen, die in verschiedenen Forschungsinstitutionen im süddeutschen Raum arbeiten. Sie führt seit 2009 regelmäßige Treffen durch, auf denen interdisziplinäre Arbeiten diskutiert werden. Neue Methoden (z.B. Mess-Drohnen) werden dabei ebenso besprochen wie neue Fragestellungen. Der geplante Ausbau des Augsburger Zentralklinikums zu einem Universitätsklinikum wird von der Gruppe aktiv begleitet, weil er für die Forschung im Bereich Umwelt und Gesundheit eine wesentliche Stärkung bedeutet.

Aerosolmessstation

Publikationen

- Babisch, W./Wolf, K./Petz, M./Heinrich, J./Cyrys, J./Peters, A. (2014) Associations between traffic noise, air pollution, hypertension and isolated systolic hypertension. Results from the KORA study, *Environmental Health Perspectives* 122(5), S. 492–498.
- Beck, C./Weitnauer, C./Jacobeit, J. (2014) Downscaling of monthly PM10 indices at different sites in Bavaria (Germany) based on circulation type classifications, *Atmospheric Pollution Research* 5, S. 741–752.
- Beck, C./Weitnauer, C./Jacobeit, J. (2014) Downscaling of monthly PM10 concentrations in bavaria based on circulation type classifications, *9th International Conference on Air Quality – Science and Application*, Garmisch-Partenkirchen, 24.–28. März 2014.
- Beelen, R./Wolf, K./Peters, A./Cyrys, J./Hoek, G. et al. (2014) Long-term exposure to air pollution and cardiovascular mortality: An analysis of 22 European cohorts within the ESCAPE project, *Epidemiology* 25(3), S. 368–378.
- Cyrys, J./Peters, A./Soentgen, J./Wichmann, H.-E. (2014) Low Emission Zones Reduce PM10 Mass Concentrations and Diesel Soot in German Cities, *Journal of the Air & Waste Management Association* 64(4), S. 481–487.
- Durant, J. L./Beelen, R./Eeftens, M./Meliefste, K./Cyrys, J./Heinrich, J./Bellander, T./Lewné, M./Brunekreef, B./Hoek, G. (2014) Comparison of ambient airborne PM2.5, PM2.5 absorbance and nitrogen dioxide ratios measured in 1999 and 2009 in three areas in Europe, *Science of the Total Environment* 487, S. 290–298.
- Eeftens, M./Cyrys, J./Wolf, K./Gehring, U. (online first) Elemental composition of particulate matter and the association with lung function in 5 European birth cohorts – results of the ESCAPE & TRANSPHORM projects, *Epidemiology*.
- Fensterer, V./Küchenhoff, H./Maier, V./Wichmann, H.-E./Breitner, S./Peters, A./Gu., J./Cyrys, J. (2014) Evaluation of the Impact of Low Emission Zone and Heavy Traffic Ban in Munich (Germany) on the Reduction of PM10 in Ambient Air, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11, S. 5094–5112.
- Gu, J./Kraus, U./Schneider, A./Pitz, M./Breitner, S./Hampel, R./Wolf, K./Peters, A./Cyrys, J. (im Review) Personal day-time exposure to ultrafine particles in different microenvironments, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*.
- Hampel, R./Rückerl, R./Yli-Tuomi, T./Breitner, S./Lanki, T./Kraus, U./Cyrys, J./Belcredi, P./Brüske, P./Laitinen, T. M./Timonen, K./Wichmann, H.-E./Peters, A./Schneider, A. (2014) Impact of personally measured pollutants on cardiac function, *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 217, S. 460–464.
- de Hoogh, K./Cyrys, J./Bellander, T. et al. (angenommen) Comparing land use regression and dispersion modelling to assess residential exposure to ambient air pollution for epidemiological studies, *Environment International*.
- Jedynska, A./Cyrys, J./Brunekreef, B. et al. (2014) Spatial variations of PAH, hopanes/steranes and EC/OC concentrations within and between European study areas, *Atmospheric Environment* 87, S. 239–248.
- Lanzinger, S./Hampel, R./Breitner, S./Rückerl, R./Kraus, U./Cyrys, J./Geruschkat, U./Peters, A./Schneider, A. (2014) Short-term effects of air temperature on

Aerosolmessstation

blood pressure and pulse pressure in potentially susceptible individuals, *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 217, S. 775–784.

- Liu, C./Flexeder, C./Fuertes, E./Cyrys, J./Bauer, C.-P./Koletzko, S./Hoffmann, B./von Berg, A./Heinrich, J. (2014) Effects of Air Pollution on Exhaled Nitric Oxide in Children: Results from the GINIplus and LISAplus Studies, *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 217, S. 483–491.
- MacIntyre, E./Cyrys, J./Heinrich, J. et al. (2014) Air Pollution and Respiratory Infections during Early Childhood: An Analysis of Ten European Birth Cohorts within the ESCAPE Project, *Environmental Health Perspectives* 122(1), S. 107–113.
- Pickford, R./Hampel/Breitner, S./Cyrys, J./Kraus, U./Carter, J./Dailey, L./Devlin, R. B./Diaz-Sanchez, D./Koenig, W./Phipps, R./Silbajoris, R./Soentgen, J./Soukup, J./Peters, A./Schneider, A. (2014) Associations between ambient air pollution and blood markers of inflammation and coagulation/fibrinolysis in susceptible populations, *Environment International* 70, S. 32–49.
- Schikowski, T./Cyrys, J./Künzli, N. et al. (2014) Association of ambient air pollution with the prevalence and incidence of chronic obstructive pulmonary disease, *European Respiratory Journal* 44, S. 614–626.
- Soentgen, J. (2013) Das Lob des Unscheinbaren. Topoi und antike Tradition. (Über die Staubliteratur in Antike und Moderne), in: Rora, C./Roszak, S. (Hg.), *Ästhetik des Unscheinbaren. Annäherungen aus Perspektiven der Künste, der Philosophie und der Ästhetischen Bildung*, Oberhausen: Athena, S. 43–62.
- Wang, M./Wolf, K./Peters, A./Cyrys, J./Hoek, G. et al. (2014) Long-Term Exposure to Elemental Constituents

of Particulate Matter and Cardiovascular Mortality in 19 European Cohorts: Results from the ESCAPE and TRANSPHORM Projects, *Environmental International* 66, S. 97–106.

- Weitnauer C./Beck, C./Jacobeit, J. (2014) Influences of seasonal synoptic weather types on local PM10 concentrations from 1980–2011 in Bavaria (Germany), Abstracts, *14th Annual Meeting of the European Meteorological Society and 10th European Conference on Applications of Climatology ECAC*, Prag.



Die Gruppe „Aerosole, Klima und Gesundheit“ trifft sich am Campus Alpin des KIT in Garmisch am Fuß der Zugspitze. Auch Aerosole sind dabei: Ohne sie wären die Sonnenstrahlen nicht sichtbar.

Luftschadstoffe und Blutbiomarker

PROJEKTTEAM

- Dr. Regina Pickford
regina.pickford@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 089 3187 3660
- Dr. Josef Cyrus
cyrus@helmholtz-muenchen.de
Tel.: 089 3187 4156
- Prof. Dr. Armin Reller
armin.reller@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3000
- Dr. Jens Soentgen
soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560

PROJEKTPARTNER

- Institut für Epidemiologie II, Helmholtz-Zentrum München, Dr. Breitner, Prof. Dr. Peters, Dr. Schneider
- Universitätsklinikum Ulm, Prof. Dr. Koenig
- University of Rochester School of Medicine and Dentistry, Department of Environmental Medicine, Lung Biology and Disease Program, Dr. Phipps
- US Environmental Protection Agency, Environmental Public Health Division, Dr. Devlin, Dr. Diaz-Sanchez

FÖRDERUNG

- DFG

LAUFZEIT

- seit 1.6.2013

Gesundheitliche Auswirkungen von Außenluftschadstoffen

Epidemiologische Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen Außenluftschadstoffen und einer Erhöhung von Herz-Kreislauferkrankungen, wie beispielsweise Herzinfarkten. Es wird angenommen, dass besonders partikuläre Luftschadstoffe oxidativen Stress und Entzündungsreaktionen hervorrufen und auf diese Weise negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben. (Oxidativer Stress bezeichnet eine überschießende Bildung reaktiver Sauerstoffverbindungen im Körper.)

Wie stark der Einzelne auf Luftschadstoffe reagiert, wird durch individuelle Charakteristika beeinflusst (s. Abb. 1). Beispielsweise ist bekannt, dass einige Bevölkerungsgruppen, die durch Erkrankungen vorbelastet sind, empfindlicher auf Luftschadstoffe reagieren, als gesunde Personen. Hierzu gehören z.B. Personen mit Typ 2 Diabetes Mellitus (T2D).

Andere Studien deuten an, dass Personen mit bestimmten Genotypen, die im Zusammenhang mit Entgiftungsreaktionen stehen, stärker auf Luftschadstoffe reagieren. Konkret handelt es sich um Gene für bestimmte Enzyme, die die Ausscheidung körpereigener und körperfremder Stoffe erleichtern.

Untersuchung von Blutbiomarkern in empfindlichen Bevölkerungsgruppen

Dieses Projekt untersucht in drei empfindlichen Bevölkerungsgruppen den Zusammenhang zwischen verschiedenen Luftschadstoffparametern und einer Reihe von Blutbiomarkern, die Entzündungs- und Gerinnungsreak-

Luftschadstoffe und Blutbiomarker

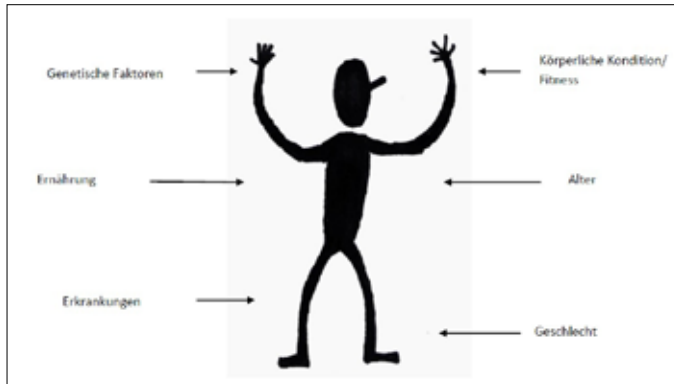


Abb. 1: Einflussfaktoren auf die Intensität der Reaktion auf Luftschadstoffe

tionen sowie oxidativen Stress im Körper widerspiegeln. Bei 83 Personen mit Typ 2 Diabetes Mellitus, 104 Personen mit gestörter Glukosetoleranz (einer Vorstufe von Diabetes) sowie 87 Personen mit einer potenziellen genetischen Prädisposition bezüglich des Entgiftungsstoffwechsels aus Augsburg oder den Landkreisen Augsburg und Aichach-Friedberg wurde bis zu sieben Mal eine Blutprobe entnommen. Der Abstand betrug vier bis sechs Wochen. Im Labor wurden daraus sechs Blutbiomarker analysiert:

- C-reaktives Protein (CRP), ein Biomarker für systemische Entzündungsreaktionen
- Interleukin-6 (IL-6), ein Zytokin, das die Synthese wichtigen Proteine, wie CRP und Fibrinogen, stimuliert
- Myeloperoxidase (MPO), ein Enzym, das bei der Regulation und Terminierung von Entzündungsprozessen eine bedeutende Rolle spielt

- Lösliches CD40Ligand, das aus aktivierten Thrombozyten stammt und die Bildung von Blutgerinnseln fördert
- Fibrinogen, ein wichtiger Faktor bei der Blutgerinnung
- Plasminogen Activator Inhibitor 1 (PAI-1), das beim Abbau von Blutgerinnseln (Fibrinolyse) eine Rolle spielt.

Parallel dazu wird in Augsburg an einer Messstation kontinuierlich eine Vielzahl von Luftschadstoffen gemessen. In statistischen Analysen wurde untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen einer Erhöhung der Luftschadstoffe und den untersuchten Blutmarkern gibt. Dabei wurden auch meteorologische Einflüsse berücksichtigt. Zur Untersuchung von kurzfristigen Auswirkungen der Außenluftschadstoffe auf die Blutmarker wurden die Luftschadstoffe der 24 Stunden, die der Blutabnahme direkt vorangingen, analysiert. Um verzögerte Effekte zu erfassen, wurden zudem die Luftschadstoffe bis zu fünf Tage vor der Blutabnahme betrachtet.

Im ersten Schritt wurden Luftschadstoffe untersucht, die zum Großteil routinemäßig erfasst werden. Hierzu gehören PM10 und PM2.5 (Partikelmasse der Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner 10 µm beziehungsweise 2.5 µm). Zusätzlich wurden ultrafeine Partikel (UFP, Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner 100 nm) einbezogen. Diese werden als Partikelanzahlkonzentration gemessen und bilden eine der Hauptkomponenten der Abgase aus dem Kfz-Verkehr.

Luftschadstoffe und Blutbiomarker

Zusammenhang zwischen Luftschadstoffen und Entzündungsmarkern im Blut

Bei erhöhter Luftschadstoffexposition zeigte sich in der Gruppe der Personen mit genetischer Prädisposition unter anderem ein deutlicher Anstieg beim CRP, dem klassischen Blutbiomarker für Entzündungsreaktionen. Ähnliche Ergebnisse fanden sich auch für das Enzym MPO, das ebenfalls eine wichtige Rolle bei Entzündungsprozessen spielt. Die deutlichsten Zusammenhänge wurden gefunden, wenn man die Luftschadstoffe der vorangegangenen fünf Tage betrachtete.

Diese Zunahme an Entzündungsmarkern im Zusammenhang mit Luftschadstoffen untermauert die Hypothese, dass Luftschadstoffe oxidativen Stress auslösen können. Die Tatsache, dass sich die Erhöhung auf die Gruppe der Personen mit bestimmten Genen beschränkt, stützt die Hypothese, dass diese Gene die Personen empfindlicher gegenüber Luftschadstoffen machen.

Für Personen mit Diabetes Mellitus und gestörter Glukosetoleranz fanden sich weniger klare Zusammenhänge. Wurden diese zwei Gruppen getrennt betrachtet, so zeigte sich, dass die Effekte in der Gruppe mit gestörter Glukosetoleranz stärker ausgeprägt waren als bei den Diabetikern. Dieses Ergebnis war besonders deutlich für Fibrinogen, das einen leichten Anstieg bei Personen mit gestörter Glukosetoleranz zeigte. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Medikamente, die Diabetiker einnehmen, eine Reaktion der Blutmarker auf Luftschadstoffe abschwächt. Allerdings gibt es bisher kaum Studien, die diesen Zusammenhang näher untersucht haben. Vergleicht man die untersuchten Luftschadstoffe, so fanden sich stärkere Zusammenhänge für PM_{2.5} und

PM₁₀ als für UFP. Die Partikel*masse* scheint also einen größeren Einfluss auf die Blutbiomarker zu haben als die Partikelanzahl*konzentration*. Nicht überraschend ist, dass sich die Gesundheitseffekte bei verschiedenen Partikel*größen* unterscheiden, da die Deposition der Partikel im Atemtrakt abhängig von Ihrer Größe variiert.

Im nächsten Schritt werden neuartige Luftschadstoffmarker, wie beispielsweise Partikel*oberfläche*, Partikel*dichte* oder Partikel*länge* untersucht. Diese wurden zusätzlich zur traditionell gemessenen Größenverteilung an der Messstation in Augsburg erfasst. Nur eine geringe Anzahl an Aerosolmessstationen in Deutschland ist bisher in der Lage, diese speziellen Parameter zu messen.

Diese neuartigen Luftschadstoffparameter könnten Hinweise auf die chemische Zusammensetzung und damit unter Umständen auch auf die Quelle der Partikel liefern. So haben beispielsweise Partikel aus der Diesel-Verbrennung eine viel geringere *Dichte* als Gesteinstaub. Die Partikel*länge* wiederum kann mit deutlich geringeren Kosten und Aufwand gemessen werden als die übliche Größenverteilung. Sollte sich herausstellen, dass diese Messung vergleichbare Ergebnisse hinsichtlich der Gesundheitseffekte liefert, so könnten sie auf längere Sicht – durch den Austausch von Geräten, die die Größen*verteilung* messen gegen Messgeräte für die Partikel*länge* – die aufwendigeren Messungen ersetzen.

Publikationen

- Rückerl, R./Hampel, R./Breitner, S./Cyrys, J./Kraus, U./Carter, J./Dailey, L./Devlin, R./Diaz-Sanchez, D./Koenig, W./Phipps, R./Silbajoris, R./Soentgen, J./Soukup, J./Peters, A./Schneider, A. (2014) Associations between

Luftschadstoffe und Blutbiomarker

ambient air pollution and blood markers of inflammation and coagulation/fibrinolysis in susceptible populations, *Environment International* 70, S. 32–49.

- Lanzinger, S./Hampel, R. /Breitner, S./Rückerl, R./Kraus, U./ Cyrys, J./Geruschkat, U./Peters, A./Schneider, A. (2014) Short-term effects of air temperature on blood pressure and pulsepressure in potentially susceptible individuals, *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 217, S. 775–784.
- Gu, J./Pitz, M./Breitner, S./Birmili, W./von Klot, S./Schneider, A./Soentgen, J./Reller, A./Peters, A./Cyrys, J. (2012) Selection of key ambient particulate variables for epidemiological studies – Applying cluster and heatmap analyses as tools for data reduction, *Science of the Total Environment* 435–436, S. 541–550.
- Schäuble, C./Hampel, R./Breitner, S./Rückerl, R./Phipps, R./Diaz-Sanchez, D./Devlin, R./Carter, J./Soukup, J./Silbajoris, R./Dailey, L./Koenig, W./Cyrys, J./Geruschkat, U./Belcredi, P./Kraus, U./Peters, A./Schneider, A. (2012) Short-term effects of air temperature on blood markers of coagulation and inflammation in potentially susceptible individuals, *Occupational & Environmental Medicine* 69, S. 670–678.



Medizinerinnen und Mediziner des Klinikums sowie Wissenschaftler der Universität Augsburg diskutieren gemeinsame Forschungsthemen: Environmental Health ist eines davon.

Klimawandel und Feinstaub in Bayern

PROJEKTTEAM

- Dr. Christoph Beck
christoph.beck@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2129
- Caroline Brosy
caroline.brosy@student.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2293
- Prof. Dr. Jucundus Jacobeit
jucundus.jacobeit@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2662
- Stefan Siegmund
stefan.siegmund@student.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2293
- Claudia Weitnauer
claudia.weitnauer@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2765

PROJEKTPARTNER

- Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Projektgruppe Aerosole-Klima-Gesundheit

FÖRDERUNG

- DFG

LAUFZEIT

- 10/2012–09/2015

Worum geht es?

Das Ausmaß der Feinstaubbelastung an einem Standort ist abhängig von den Emissionen vor Ort, aber auch von den meteorologisch-witterungsklimatologischen Rahmenbedingungen. Letztgenannte beeinflussen beispielsweise, inwieweit eine horizontale und vertikale Durchmischung der bodennahen Luftschichten stattfinden kann oder in welchem Ausmaß und in welche Richtung ein Ferntransport von Aerosolen erfolgt.

Die Anreicherung lokaler Feinstaubemissionen wird durch hochdruckbestimmte Wetterlagen gefördert. Diese sind durch geringe Windgeschwindigkeiten und eingeschränkten vertikalen Luftmassenaustausch gekennzeichnet. Wetterlagen, die mit dem Herantransport unbelasteter Luftmassen und/oder mit Niederschlagstätigkeit verbunden sind, können dagegen die Feinstaubbelastung an einem Standort wirkungsvoll reduzieren.

Die Auftrittshäufigkeiten bestimmter Wetterlagen und die damit verbundenen lokal-meteorologischen Bedingungen unterliegen jahreszeitlichen und interannuellen Variationen. Unter den Bedingungen eines fortschreitenden globalen Klimawandels sind langzeitliche Veränderungen zu erwarten, die sich auf die zukünftige lufthygienische Belastungssituation auswirken werden.

Zielsetzung & Methoden

Der Zusammenhang zwischen lokalen meteorologischen sowie großräumigen witterungsklimatologischen Bedingungen und den Feinstaubkonzentrationen an bayerischen Stationen wird im DFG-geförderten Forschungsprojekt „Klimawandel und Feinstaub in Bayern“ (PACCLIMBA – Particulate Matter and Climate Change in

Klimawandel und Feinstaub in Bayern

Bavaria) quantifiziert. Angestrebt wird die Abschätzung möglicher zukünftiger, klimawandelbedingter Änderungen der Feinstaubkonzentrationen in Bayern. Tägliche Feinstaubkonzentrationsdaten – schwerpunktmäßig für den Zeitraum seit 1980 – liegen dem Projekt für die Stationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) vor.

Als Grundlage für die Quantifizierung des Zusammenhanges zwischen den großräumigen atmosphärischen Witterungsbedingungen und den lokalen Feinstaubkonzentrationen werden auf objektive Weise Zirkulationstypen oder Wetterlagen ermittelt, die jeweils spezifische Witterungssituationen charakterisieren. Die Zirkulationstypen oder Wetterlagen werden dann mittels verschiedener empirisch-statistischer Modelle zu den Feinstaubkonzentrationen in Beziehung gesetzt.

Um den Einfluss lokaler meteorologischer Parameter auf die Feinstaubkonzentrationen zu erfassen, werden statistische Transferfunktionen entwickelt. In diese gehen die Tageswerte wichtiger meteorologischer Größen aus den Messnetzen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) als Prädiktoren (Einflussgrößen) und Tagesmittelwerte der Feinstaubkonzentration als Prädiktanden (Zielgröße) ein. Die Abschätzung zukünftiger klimawandelbedingter Änderungen der Feinstaubkonzentration, die in einer abschließenden Projektphase erfolgt, berücksichtigt sowohl die großskaligen (Wetterlagen) als auch die lokalen meteorologischen Einflussgrößen mittels Umsetzung unterschiedlicher Methodenkombinationen.

Durchführung und Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurden weiterführende Arbeitsschritte insbesondere bezüglich der folgenden Projektteilziele realisiert und die Ergebnisse auf nationalen und internationalen Konferenzen vorgestellt beziehungsweise in referierten Fachzeitschriften veröffentlicht.

Optimierung von Zirkulations- bzw. Wetterlagenklassifikationen

Die Optimierung objektiver Zirkulations- und Wetterlagenklassifikationen hinsichtlich der Erfassung lokaler Feinstaubkonzentrationen beinhaltete zahlreiche Modifikationen sowie Erweiterungen der Klassifikationsansätze (z.B. Anwendung auf verschiedene zeitliche und räumliche Ausschnitte; Verwendung unterschiedlicher großräumiger atmosphärischer Felder; simultane Klassifikation variierend gewichteter Variablen). Die resultierenden Klassifikationsvarianten wurden hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Relevanz der Klassifikationen für lokale Feinstaubkonzentrationen evaluiert.

So konnten für die bayerischen Feinstaub-Messstandorte jeweils optimierte Wetterlagenklassifikationen eruiert werden. Für diese ergeben sich, im Vergleich zu nicht-optimierten Klassifikationsvarianten, teilweise deutlich ausgeprägte Verbesserungen bezüglich der Quantifizierung des Zusammenhanges zwischen großräumiger Witterungssituation und lokalen Feinstaubkonzentrationen.

Klimawandel und Feinstaub in Bayern

Zusammenhänge zwischen meteorologischen Einflussgrößen und Feinstaubkonzentrationen

Für die statistische Modellierung der Zusammenhänge zwischen lokalen meteorologischen Einflussgrößen und Feinstaubkonzentrationen wurden verschiedene Vorgehensweisen eingesetzt und hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit verglichen.

Als geeignetste Verfahren haben sich Generalisierte Lineare Modelle sowie auf randomisierten Entscheidungsbäumen (Random Forests) basierende Ansätze herausgestellt. Lokale meteorologische Parameter, die bevorzugt als Einflussgrößen in diese Modelle eingehen, sind dabei bodennahe Werte der Lufttemperatur und der Windgeschwindigkeit. Darüber hinaus werden Indikatoren für die Charakteristik der thermischen Schichtung der unteren Troposphäre (Temperaturdifferenzen zwischen Boden und circa 600 beziehungsweise 1500m Höhe) als zusätzliche erklärende Variablen mit einbezogen. Die besten Modelle erklären im Winter (Dezember, Januar, Februar) mehr als 50% der beobachteten Variationen der Feinstaubkonzentrationen. Neben saisonalen Schwankungen der Qualität der Modelle zeigen sich auch ausgeprägte – allerdings unsystematische – Unterschiede zwischen den untersuchten Stationen. Beispielhaft zeigt Abbildung 1 für die Station München/Lothstraße die beobachtete und die statistisch modellierte Zeitreihe der Feinstaub-Tagesmittelwerte der Wintermonate im Zeitraum 2000–2011.

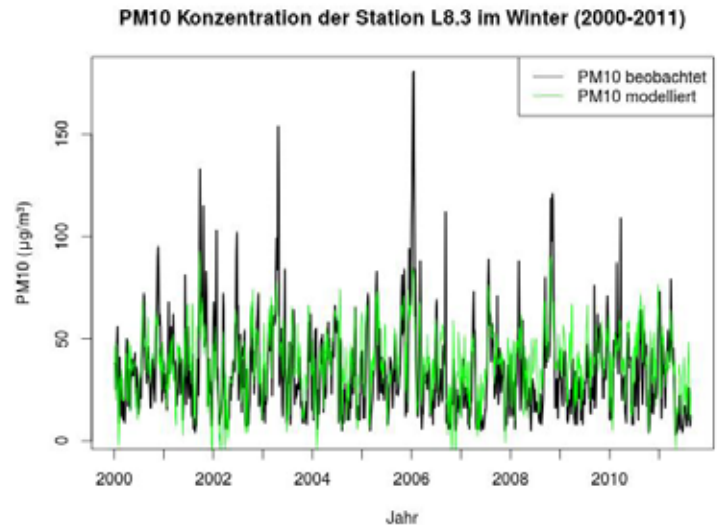


Abb. 1: Beobachtete und mittels statistischer Modellierung aus meteorologischen Einflussgrößen abgeleitete Feinstaub-Tagesmittelwerte im Winter (2000–2011) für die Station München/Lothstraße (L8.3). Die modellierten Werte erklären 50.1% der Varianz der beobachteten Werte.

Ansätze zum statistischen Downscaling monatlicher Feinstaubwerte: Evaluierung und Anwendung

Bestehende Ansätze zur Abschätzung von zeitlichen Änderungen monatlicher Feinstaubkonzentrationswerte wurden auf ausgewählte Stationen angewendet und bezüglich ihrer Zuverlässigkeit überprüft. Obwohl diese Untersuchungen bisher ausschließlich unter Verwendung nicht optimierter Zirkulations- beziehungsweise

Klimawandel und Feinstaub in Bayern

Wetterlagenklassifikationen durchgeführt wurden, belegen die Ergebnisse die prinzipielle Eignung des verwendeten Ansatzes zur Modellierung monatlicher Feinstaubwerte, insbesondere in den Wintermonaten. Hierauf aufbauend wurden erste Abschätzungen möglicher zukünftiger, klimawandelbedingter Änderungen monatlicher Feinstaubkonzentrationswerte durchgeführt, indem klassifikationsbasierte Modelle auf Klimamodell-daten für das 21. Jahrhundert übertragen wurden. Diese Klimamodell-daten basieren auf dem aktuellen IPCC-Report (Bericht des Weltklimarats) und stehen zum einen für eine eher moderate (RCP 4.5) und zum anderen für eine deutliche Verstärkung (RCP 8.5) des vom Menschen angetriebenen Klimawandels bis zum Jahr 2100. Für die beiden ausgewählten Projektionszeiträume 2021–2050 sowie 2071–2100 konnten mögliche Änderungen der mittleren monatlichen Feinstaubkonzentrationswerte gegenüber dem Referenzzeitraum 1980–2005 ermittelt werden. Erste vorläufige Ergebnisse dieser Zukunftsabschätzungen sind in Abbildung 2 beispielhaft für die Station München/Lothstraße im Winter dargestellt. Als wesentliche Änderungen ergeben sich für den Fall einer stärker ausgeprägten globalen Temperaturzunahme (RCP8.5) erhöhte mittlere monatliche Feinstaubkonzentrationen insbesondere im Zeitraum 2021–2050. Ein Erklärungsansatz für eine solche, deutlich ausgeprägte Zunahme der Feinstaubkonzentration ergibt sich aus Abbildung 3, in der die Änderung der relativen Auftrittshäufigkeiten der 18 für die Modellierung der Feinstaubkonzentrationen verwendeten Wetterlagen (Zirkulationstypen) dargestellt ist. Häufigkeitszunahmen sind für den Zeitraum 2021–2050 fast ausschließlich für antizyklonal geprägte und damit

tendenziell austauschärmere und trockenere Wetterlagen zu verzeichnen. Bezüglich der modellierten Veränderungen der Feinstaubkonzentrationen besonders relevant ist dabei das häufigere Auftreten zentraler Hochdrucklagen (Typ 18) und von Wetterlagen, die potenziell feinstaubbelastete Luftmassen aus östlichen bis südöstlichen Richtungen nach Süddeutschland führen (Typen 14, 15, 16).

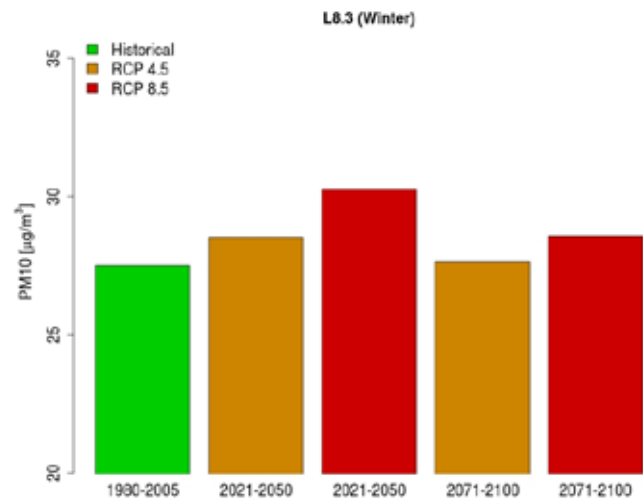


Abb. 2: Mittels klassifikationsbasierter statistischer Modellierung abgeschätzte, mittlere monatliche Feinstaubkonzentrationen an der Station München/Lothstraße (L8.3) im Winter: für den Referenzzeitraum 1980–2005 und für zwei Zeiträume im 21. Jahrhundert (2021–2050, 2071–2100; jeweils für zwei unterschiedliche Klimaänderungsszenarien des aktuellen IPCC Reports, RCP4.5 bzw. RCP8.5).

Klimawandel und Feinstaub in Bayern

Ausblick

Im dritten und letzten Projektjahr werden die geeignetsten Ansätze zur Abschätzung lokaler Feinstaubkonzentrationen bestimmt und auf die Ausgabe-Daten globaler Klimamodelle angewendet. Um hierbei Unsicherheiten der Klimaänderungsszenarien möglichst umfassend zu berücksichtigen, werden sowohl verschiedene

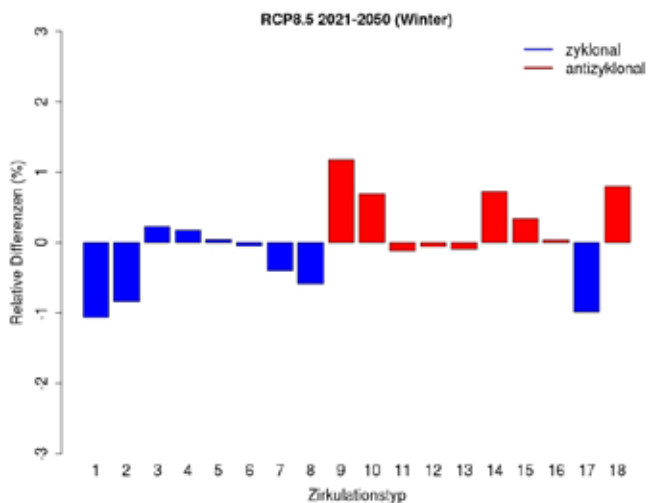


Abb. 3: Veränderung der relativen Auftrittshäufigkeiten (in %) von 18 Wetterlagen (Zirkulationstypen) zwischen 1980–2005 und 2021–2050 (Wintermonate, für Klimaänderungsszenario RCP8.5).

Szenarien (RCP4.5, RCP8.5) als auch unterschiedliche Modellläufe (sogenannte Ensembles) für die Zukunftsabschätzungen herangezogen.

Publikationen

- Beck, C./Weitnauer, C./Jacobeit, J. (2014) Downscaling of monthly PM10 indices at different sites in Bavaria (Germany) based on circulation type classifications, *Atmospheric Pollution Research* 5, S. 741–752.
- Beck, C./Weitnauer, C./Jacobeit, J. (2014) Downscaling of monthly PM10 concentrations in bavaria based on circulation type classifications, *9th International Conference on Air Quality – Science and Application*, Garmisch-Partenkirchen, 24.–28. März 2014.
- Brosy, C./Weitnauer, C./Beck, C./Jacobeit, J. (2014) Lokale meteorologische Einflußgrößen der Feinstaubkonzentration an Bayerischen Stationen, *33. Jahrestagung des Arbeitskreises Klima der DGfG*, Basel, 7.–9. November 2014.
- Philipp, A./Beck, C./Huth, R./Jacobeit, J. (2014) Development and comparison of circulation type classifications using the COST 733 dataset and software, *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.3920.
- Weitnauer, C./Beck, C./Jacobeit, J. (2014) Influences of seasonal synoptic weather types on local PM10 concentrations from 1980–2011 in Bavaria (Germany), *14th Annual Meeting of the European Meteorological Society and 10th European Conference on Applications of Climatology ECAC*, Prag, 6.–10. Oktober 2014.





RESSOURCEN UND STOFFGESCHICHTEN

- 24 Lehrstuhl für Ressourcenstrategie
- 33 Ressourcengeographie des Phosphors
- 36 Stoffgeschichte der seltenen Erden
- 39 ForCycle – Rohstoffwende Bayern
- 43 Grüner Klee und Dynamit

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie

LEHRSTUHLTEAM

- Prof. Dr. Armin Reller
armin.reller@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3000
- Prof. Dr. Gesa Beck
gesa.beck@physik.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3570
- Marisa Arvaneh
marisa.arvaneh@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3026
- Renate Diessenbacher
renate.diessenbacher@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3001
- Joshena Dießenbacher
joshena.diessenbacher@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3034
- Oliver Gantner
oliver.gantner@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3566
- Thomas Kippes
thomas.kippes@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3562
- Michael Kleinen
michael.kleinen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3026
- Oscar Klier
oscar.klier@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 589 3566
- Ariane Lubberger
ariane.lubberger@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3575

- Dr. Luitgard Marschall
luitgard.marschall@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3566
- Dr. Simon Meißner
simon.meissner@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3562
- Dr. Sigrun Schmid
sigrun.schmid@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3558
- Dr. Claudia Schmidt
claudia.schmidt@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3575
- Dr. Andrea Thorenz
andrea.thorenz@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3948
- Dr. Volker Zepf
volker.zepf@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3526

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie



Abb. 1: Lehrstuhl für Ressourcenstrategie. (oben v.l.n.r.: Prof. A. Reller, S. Meißner, O. Klier, V. Zepf, C. Schmidt, A. Lubberger; mittig v.l.n.r.: L. Marschall, O. Gantner, Prof. G. Beck; unten v.l.n.r.: J. Dießenbacher, S. Schmid, R. Diessenbacher, A. Thorenz)

Zusammenfassung

Ein paar Mikrogramm Indium im Smartphone, eine dünne Schicht Tellur auf der Photovoltaikzelle, knapp ein halbes Kilo Neodym in den Magneten moderner Elektroautos – unser Lebensstil ist geprägt von Gütern und Technologien, die auf metallischen Rohstoffen basieren. Informations-, Kommunikations-, Mobilitäts- und Energietechnologien beinhalten eine immer größer werdende Vielfalt an verschiedensten Elementen des Periodensystems. Auch die bundesdeutsche Energiewende samt ihrer innovativen Energiesysteme benötigt spezifische

Funktionsmaterialien – und damit seltene metallische Rohstoffe.

Metalle können geochemisch oder versorgungstechnisch selten, oder aber beides gleichzeitig sein. Unter geochemisch seltenen Metallen versteht man solche, die in der Erdkruste in einer Konzentration von weniger als 0,01 Gewichtsprozenten vorkommen. Die 12 häufigsten Elemente des Periodensystems – Sauerstoff, Silizium, Aluminium, Eisen, Kalzium, Magnesium, Natrium, Kalium, Titan, Wasserstoff, Mangan und Phosphor – summieren sich dort auf rund 99 Prozent. Die restlichen 76 Elemente, darunter die gefragten Metalle, teilen sich also zusammen nur 0,8 Prozent Gewichtsanteil an der Erdkruste.

Für Hochtechnologien sind Seltene Metalle wie Platin, Gallium, Indium oder Neodym insbesondere wegen ihrer spezifischen Eigenschaften unentbehrlich. Da die globale Nachfrage kontinuierlich steigt, kann es immer wieder zu kritischen Rohstoffversorgungssituationen kommen. Dabei können geologische, geopolitische, technologische, ökonomische, soziale oder ökologische Faktoren alleine oder in Kombination zu einer kurz-, mittel- oder langfristigen Verknappung von strategischen Ressourcen führen. Die Frage nach der Verfügbarkeit von seltenen Ressourcen sowie deren Bereitstellung jedoch ist wesentlich für unsere technisierte Gesellschaft. Aufgrund dessen ist es unabdingbar, Ansätze für einen nachhaltigeren Umgang mit seltenen und wichtigen Rohstoffen zu entwickeln.

Einen Beitrag zu diesem gewichtigen und international kontrovers diskutierten Thema leistet der Lehrstuhl für Ressourcenstrategie. Unter der Leitung von Prof. Dr. Armin Reller werden Bestandsaufnahmen und Strategien

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie

für einen zukunftsfähigen Umgang mit Ressourcen aller Art, insbesondere für Metalle und Werkstoffe etablierter und zukünftiger (Hoch-)Technologien erarbeitet. Dabei werden unter anderem die bei der Entwicklung und Bereitstellung von Technologien und Funktionswerkstoffen entstehenden ressourcenspezifischen Risiken (im Sinne von Rohstoffabhängigkeiten) sowie Potentiale (in Form von Substitutionsalternativen) auf der Grundlage von interdisziplinären Kritikalitätskonzepten analysiert und bewertet. Dies geschieht sowohl für die technologische Anwendung selbst als auch entlang der Wertschöpfungs- und Produktionskette spezifischer Technologiepfade (von der Primärförderung von Rohstoffen bis hin zur Nutzungsphase).

Ziel ist es, durch die Analyse der raumzeitlichen Verflechtungen von Ressourcenströmen – unter Berücksichtigung von Ökologie, Ökonomie, Politik und Sozialem – Entscheidungs- und Handlungsgrundlagen für eine nachhaltige Gestaltung neuer Produkte, Fertigungsprozesse oder Technologien zu schaffen. Stoffe werden hier also nicht nur monothematisch, sondern ganzheitlich, also in Bezug auf ihre Funktionen, Eigenschaften, Prozesse und vor allem eingebettet in ihr Wirkumfeld betrachtet.

Metallische Rohstoffe sind jedoch nur ein Gebiet aus der breiten Palette der Forschungsthemen des Lehrstuhls für Ressourcenstrategie. Sämtliche natürliche Ressourcen, sowohl erneuerbare als auch nichterneuerbare, stehen im Fokus der Forschung und Lehre, um u.a. ressourcenstrategische Konzepte und Handlungsoptionen zu entwickeln. Dies betrifft beispielsweise den Umgang mit Wasser, Boden oder Agrarprodukte wie Holz, Getreide und Fleisch bis hin zu Phosphor oder verschiedenste

Energieformen, deren Wirk- und Einflusssphären auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Bezugsebenen betrachtet werden.

Forschung

Die Forschungstätigkeiten des Lehrstuhls erstrecken sich über die Bereiche der Kritikalitätsforschung, des Ressourcenmanagements (Ressourcenströme und Produktionsketten), der interdisziplinären Umweltforschung, des Umweltmanagements und der nachhaltigen Pharmazie. Weiterhin werden Vermittlungskonzepte im Bereich der nachhaltigen Entwicklung und Ressourcennutzung (Bildung für Nachhaltige Entwicklung) erarbeitet. Hierbei spielt das am WZU entwickelte Konzept der Stoffgeschichten eine wichtige Rolle.

Im Rahmen der Forschungsaktivitäten stehen Grundlagen und Methoden zur Erkennung und Analyse der raum-zeitlichen Verflechtungen von Ressourcenströmen und der damit verbundenen Auswirkungen im Vordergrund. Der Fokus richtet sich dabei auf den Rohstoffabbau, die Weiterverarbeitung bis zum fertigen Produkt sowie die anschließende Rückführung oder Verwertung von bereits genutzten Ressourcen. Mittels der Analyse von Wertschöpfungsketten soll versucht werden, deren Stoffgeschichten nachvollziehbar und transparent zu machen. Dabei werden nicht nur die wirtschaftliche und technische Planung entlang von Wertschöpfungsketten sowie die Einsatzbereiche von verschiedensten Rohstoffen und Funktionsmaterialien betrachtet, sondern auch die Risiken und Abhängigkeiten in Form von nicht „planbaren“ Rückkopplungen innerhalb des Mensch-Umwelt-Systems.

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie

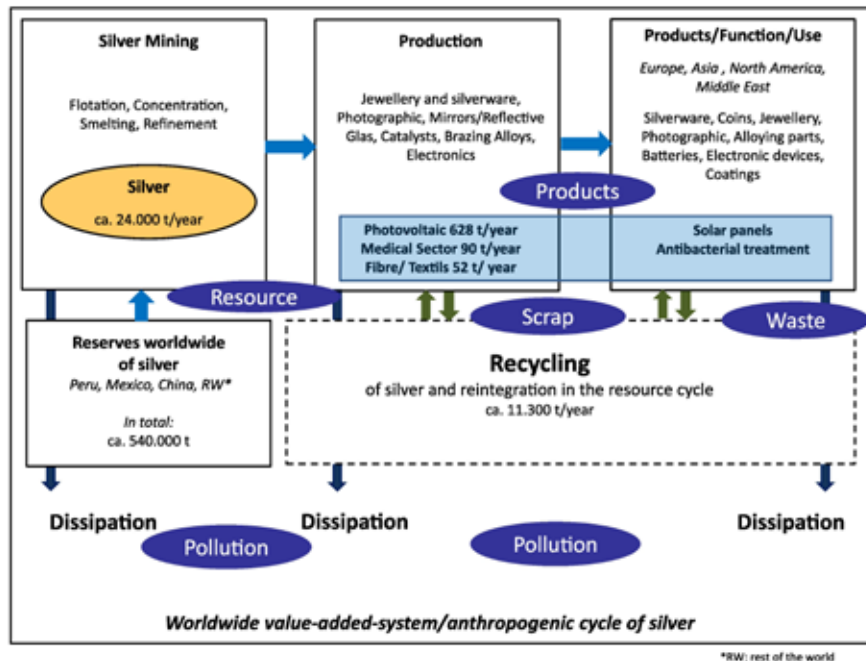


Abb. 2: Die Nutzung von Silber geht mit dissipativen Prozessen einher

Dies betrifft beispielsweise den zunehmenden Verlust von seltenen Metallen und Funktionsmaterialien durch dissipative Prozesse im Bereich von High-Tech-Anwendungen (siehe am Beispiel Silber in Abb. 2). Da viele Metalle oftmals nur in äußerst geringen Mengen pro Geräteeinheit wie etwa eines Flachbildschirms oder Mikroprozessors zum Einsatz kommen, ist deren Recycling in vielen Fällen bislang kaum realisierbar. Vor diesem Hintergrund wird nicht nur die Knappheit vieler strategischer Metalle weiter zunehmen, sondern, sobald diese

als Elektroschrott unsachgemäß „entsorgt“ werden, auch deren bisher weitgehend unbekannte Wirkungsspektren und Risiken im Schnittpunkt zwischen Technosphäre und Ökosphäre. Angesichts dessen sind zukünftig große Anstrengungen hinsichtlich einer effizienteren Rückführung, aber auch umfassender Strategien der Effizienz-Steigerung notwendig. Eine Möglichkeit stellt die Suche nach potentiellen Substituten sowie nach Konzepten einer suffizienten und konsistenten Produktentwicklung dar. Stoffkarten helfen dabei, die Herkunft von

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie

Ressourcen und deren Weiterverarbeitung darzustellen, um damit sowohl eventuelle Abhängigkeiten aufzuzeigen als auch ökonomisch, ökologisch und soziopolitisch wichtige Hinweise zur Kritikalität eines Stoffes zu geben. Ein besonderes Augenmerk der Kritikalitätsbetrachtung am Lehrstuhl liegt bei der Anwendung mineralischer Rohstoffe (insbesondere Metalle).

Auf der Grundlage derartiger Bestandsaufnahmen werden Elemente einer nachhaltigen Ressourcenpolitik sowie geeignete Strategien für einen zukunftsfähigen und verantwortungsvollen Umgang mit Rohstoffen unterschiedlichster Art entwickelt. Dabei spielen neben den komplexen wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen zunehmend auch kulturelle Gegebenheiten sowie die Frage nach umwelt- und sozialgerechten Lebensstilen eine bedeutende Rolle. Die Forschungsarbeiten werden in interdisziplinäre (Weiter-)Bildungskonzepte für Multiplikatoren und EntscheidungsträgerInnen aus Wirtschaft, Politik und Bildung implementiert und dabei kontinuierlich durch Qualifizierungsarbeiten (Diplomarbeiten, Doktorarbeiten) und Gutachten für Wirtschaft und Politik ergänzt. Der Lehrstuhl nimmt somit eine Schnittstelle zwischen vielen Disziplinen wie Physik, Materialwissenschaften, Geographie, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften ein und kooperiert mit zahlreichen inner- und außeruniversitären Einrichtungen.

Die Forschungsaktivitäten erfolgen in enger Zusammenarbeit mit dem WZU, den Instituten für Physik und Materials Resource Management (MRM) der Universität Augsburg. Zudem wird unter der Leitung von Prof. Dr. Armin Reller gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft in Alzenau ein neues Institut für Wertstoff-Kreisläufe und Wertstoff-Substitution (IWKS) aufgebaut.

Im Rahmen der Zusammenarbeit werden im Bereich der angewandten Forschung die Arbeitsschwerpunkte Ressourceneffizienz, Recyclingtechnologien, Aufbereitungstechniken und Substitutionswerkstoffe unter besonderer Berücksichtigung der Ressourcenstrategie und -kritikalität behandelt. Die Forschungsaktivitäten finden dabei an der Schnittstelle zwischen Materialwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Ressourcenstrategie statt und zeichnen sich durch einen hohen Grad an Interdisziplinarität aus.

Forschungs- und Projektaktivitäten

Die Aktivitäten des Lehrstuhls umfassen neben Forschung und Lehre auch die Zusammenarbeit mit verschiedenen PartnerInnen aus Wissenschaft und Wirtschaft. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Kritikalitätsbewertung unterschiedlichster technologischer Anwendungen (insbesondere Metalle für Funktionsmaterialien). Zudem werden Konzepte eines nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen aller Art (mineralische und agrarische Rohstoffe sowie Wasser und Energie) entwickelt. Im Jahr 2014 wurden u.a. folgende Projekte durchgeführt, die über Drittmittel finanziert wurden:

- BMWi-Projekt „Entwicklung einer transparenten und leitfähigen Beschichtung auf Basis von magnetischen Nanopartikeln und Entwicklung der Verfahren zur Applikation auf Kunststoffoberflächen“ (Partner: Kirsch Kunststofftechnik GmbH, Ebersbach und Technische Chemie I, Universität Duisburg-Essen, Oktober 2014–September 2017)
- DFG-Projekt „Korrelation zwischen Mikrostruktur und

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie

elektrochemischen Eigenschaften von Dünnschicht-Metallelektroden auf YSZ“ (Partner: Institut für Physikalische Chemie, Justus-Liebig-Universität Gießen und Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie, Schwäbisch Gmünd, Oktober 2011–November 2014)

- Berechnung eines „Corporate Carbon Footprint“ und Entwicklung einer ganzheitlichen Klimaschutzstrategie für die Neumarkter Lammsbräu. (Partner: Neumarkter Lammsbräu, 2013–2014)
- Korrelation zwischen Mikrostruktur und elektrochemischen Eigenschaften von Dünnschicht-Metallelektroden auf YSZ (DFG-Projekt; Partner: Universität Gießen und Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie in Schwäbisch Gmünd, 2013–2014)
- Stoffgeschichte der Seltenen Erden – Erstellung eines neuen Bandes der Reihe Stoffgeschichten (Partner: oekom Verlag, 2013–2014)
- Erarbeitung einer Broschüre über Strategische Metalle und die Energiewende (Partner: Landesamt für Umwelt, 2013–2014)
- Erstellung eines animierten Kurzfilms zum Thema Ressourcen und Lebensstil (Partner: Fachhochschule Augsburg, Fakultät für Gestaltung, 2013–2014).

Das Graduiertenkolleg „Ressourcenstrategische Konzepte für zukunftsfähige Energiesysteme“

Das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst bewilligte der Universität Augsburg das Graduiertenkolleg „Ressourcenstrategische Konzepte für zukunftsfähige Energiesysteme“. Ziel des Kollegs ist es, interdisziplinär qualifizierte Fachkräfte auszubilden,

die in der Lage sind, die dringlichen und komplexen Herausforderungen und Probleme hinsichtlich zukünftiger Ressourcen- und Energiefragen zu bewältigen und zu lösen. Im Rahmen des Graduiertenkollegs wird eine interdisziplinäre Gruppe von Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftlern aufgebaut, die sich vor allem der Entwicklung ressourcenstrategischer Konzepte für innovative, energietechnisch relevante Stoffsysteme widmet. Aus den bewilligten Mitteln in Höhe von 3,65 Millionen Euro, die über eine Laufzeit von insgesamt fünf Jahren angelegt sind, werden insgesamt zwölf Doktorandinnen und Doktoranden finanziert. Die Koordination und wissenschaftliche Ausgestaltung des Graduiertenkollegs erfolgt unter der Leitung von Prof. Dr. Armin Reller am Lehrstuhl für Ressourcenstrategie in enger Kooperation mit dem Lehrstuhl für Experimentalphysik II (Prof. Dr. Siegfried Horn), dem Lehrstuhl für Experimentalphysik V (Prof. Dr. Alois Loidl) und dem Lehrstuhl für Production & Supply Chain Management (Prof. Dr. Axel Tuma).

Die Doktoranden Joshena Dießenbacher (Soziologie), Oliver Gantner (Geographie) und Oscar Klier (Materialwissenschaften) des Lehrstuhls für Ressourcenstrategie arbeiten im Rahmen des Graduiertenkollegs zu ressourcenstrategischen Fragestellungen (siehe Studien- und Qualifizierungsarbeiten).

Lehraktivitäten

Der Lehrstuhl für Ressourcenstrategie beteiligt sich mit einem umfangreichen Angebot an (interdisziplinären) Lehrveranstaltungen an folgenden Studiengängen der Universität Augsburg:

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie

- Physik (Bachelor und Master)
- Materialwissenschaften (Bachelor und Master)
- Geographie (Bachelor und Master)
- Klima- und Umweltwissenschaften (Master)
- Erziehungswissenschaften (Bachelor)
- Wirtschaftsingenieurwesen (WING) (Bachelor und Master)

Zudem werden einzelne Lehrveranstaltungen für die Masterstudiengänge Umweltethik und Sozialwissenschaftliche Konfliktforschung sowie für den Bachelorstudiengang Rechts- und Wirtschaftswissenschaften geöffnet. Derzeit werden im Semesterturnus folgende Lehrveranstaltungen regelmäßig angeboten:

- Vorlesung Ressourcenstrategie – Bildung für nachhaltige Entwicklung (inkl. Übungsseminar)
- Vorlesung Einführung in die Ressourcengeographie
- Vorlesung Materialien im ressourcenstrategischem Blickwinkel
- Vorlesung Materials Characterisation
- Seminar zu Ressourcenstrategien
- Seminar Ressourcengeographie von Innovationstechnologien
- Seminar Ressourcenspezifische Herausforderungen der Energiewende
- Seminar Ressourcenströme und Produktionsketten
- Seminar über zukunftsfähige Energiesysteme
- Seminar Nachhaltige Ressourcenstrategien für Funktionsmaterialien und Zukunftstechnologien
- Seminar Umwelt- und ressourcenspezifischer Produktpass
- Seminar Kritikalitätsbewertung für strategische Rohstoffe

- Seminar Konzepte für nachhaltiges Handeln
- Seminar Stoffgeschichten
- Seminar Humanökologie
- Seminar Technologien und Ressourcen für erneuerbare Energien
- Exkursion Regionale Energieträger und Rohstoffe
- Exkursion Bergbaustandort Deutschland

Die Lehrveranstaltungen thematisieren sowohl fachliche wie interdisziplinäre als auch theoretische wie praktische Fragestellungen mit ressourcenstrategischem Hintergrund.

Studien- und Qualifizierungsarbeiten

Die Ausbildungs- und Forschungstätigkeiten werden durch Studien- und Qualifizierungsarbeiten zu einem nachhaltigen und zukunftsfähigen Umgang mit Ressourcen unterstützt. Im Folgenden soll eine Auswahl an Qualifizierungsarbeiten, die in 2014 angefertigt beziehungsweise abgeschlossen wurden, die Bandbreite an Forschungsthemen veranschaulichen:

Habilitationen und Dissertationen:

- Ressource Bildung – ein didaktisches Konzept für Entscheidungen unter Nachhaltigkeit (Habilitationsschrift von C. Schmidt)
- Ressourcenverfügbarkeit von Silber (externe Dissertation von L. Grandell, in Bearbeitung)
- Ressourcengeographie des Phosphors (Dissertation von O. Gantner, in Bearbeitung)

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie

- Materialwissenschaftliche Betrachtung der Wertschöpfungskette des synthetischen Lichts (Dissertation von O. Klier, in Bearbeitung)
- Ressourcen, Lebensstil und Kommunikation (Dissertation von J. Dießenbacher, in Bearbeitung)
- Braucht die Ressourcennutzung (-strategie) eine Ethik? Potentielle Anknüpfungen an bestehende Ansätze der Umweltethik (Dissertation von A. Lubberger, in Bearbeitung)

Master- und Bachelorarbeiten:

- Vergleichende Bewertung gängiger Rohstoffkritikali-tätsanalysen (Masterarbeit von M. Sommer)
- Ressourcen- und Umweltbewertung der Offshore-Windenergie in Deutschland (Masterarbeit von L. Brümmer)
- Kosmetik und Ethik – Kontextuale Kommunikation am Beispiel nanofunktionaler Kosmetik (Masterarbeit von J. Grimm)
- Erdgas-Fracking als ressourcenstrategische Konsequenz zur Reduzierung der Abhängigkeit von russischen Energieimporten? (Bachelorarbeit von S. Transiskus)
- Die Energiewende in Deutschland – Chancen und Herausforderungen auf unternehmerischer und volkswirtschaftlicher Ebene (Bachelorarbeit von M. Tischer)
- Analyse und Bewertung des Recyclingpotentials von ausgewählten Elektroaltgeräten (Bachelorarbeit von D. Krauth)
- Rohstoffanalyse und -bedarf ausgewählter chemischer Energiespeichertechnologien (Bachelorarbeit von S. Boldoczki)

Publikationen

- Beck, G./Bachmann, Chr. (2014) Oxygen Removal at Grain Boundaries in Platinum Films on YSZ, *Solid State Ionics* 262, S. 508–511.
- Beck, G./Bachmann, Chr. (2014) Microstructural changes during anodic polarisation of palladium and silver films on YSZ, *Solid State Ionics* 263, S. 80–86.
- Beck, G./Bachmann, Chr./Bretzler, R./Kmeth, R. (2014) Thermal Stability of Platinum, Palladium and Silver Films on Yttrium-Stabilised Zirconia, *Thin Solid Films* (angenommen).
- Böttcher, F./Thorenz, A. (2013) Seltene Metalle – Ressourcenschonung durch Innovationen in Wertschöpfungsnetzwerken. *Endbericht Deutsche Bundesstiftung Umwelt*.
- Dießenbacher, J./Reller, A. (2014) Reichen die Ressourcen für unseren Lebensstil? Wie Ressourcenstrategie vom Stoffverbrauch zum Stoffgebrauch führt, in: Von Hauff, M. (Hg.), *Nachhaltige Entwicklung. Aus der Perspektive verschiedener Disziplinen*, Baden-Baden: Nomos, S. 91–118.
- Dießenbacher, J./Reller, A. (2014) Das „Fairphone“ – ein Impuls in Richtung nachhaltige Elektronik?, in: Exner, A./Held, M./Kümmerer, K. (Hg.), *Kritische Rohstoffe in der Großen Transformation: Metalle, Stoffstrompolitik und Postwachstum*, Heidelberg: Springer (eingereicht).
- Dießenbacher, J./Reller, A. (2014) Moor und Ökologie, in: Fassl, P./Kettemann, O. (Hg.), *Mensch und Moor. Zur Geschichte der Moornutzung in Bayern*. Kronburg-Ilberbeuren, Zweckverband Schwäbisches Bauernhofmuseum, S. 315–320.
- Gantner, O. (2014) *Der Klimagasausstoß von Bier. Dar-*

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie

stellung der Bandbreiten des mit dem Brauen von Bier des staatlichen Hofbräuhauses verbundenen Klimagasausstoßes, Saarbrücken: AV Akademikerverlag.

- Gantner, O./Köpnick, H./Bischlager, O./Teipel, U./Hagelüken, C./Reller, A. (2014) Handy clever entsorgen, in: *Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. 3. Symposium Nürnberg*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, S. 87–106.
- Gantner, O./Schipper, W./Weigand, J.J. (2014) Technological Use of Phosphorus: The Non-fertilizer, Non-feed and Non-detergent Domain, in: Scholz, R.W./Roy, A.H./Brand, F.S./Hellums, D.T./Ulrich, A.U. (Hg.), *Sustainable Phosphorus Management: A Global Transdisciplinary Roadmap*, Heidelberg: Springer, S. 247–250.
- Gemechu, E./Helbig, H./Sonnemann, G./Thorenz, A./Tuma, A. (2014) Geopolitical Supply Risk of Raw Materials in Life Cycle Sustainability Assessments, *Journal of Industrial Ecology* (angenommen).
- Grandell, L./Thorenz, A. (2014) Silver supply risk analysis for the solar sector, *Renewable Energy* 69, S. 157–165.
- Hutner, P./Thorenz, A./Tuma, A. (2014) Kommunale Abfallvermeidungskonzepte – Eine Studie zur Potentialanalyse und Bewertung von Abfallvermeidungsmaßnahmen, in: *Tagungsband 15. Bayer. Abfall- und Deponietage*, Augsburg, S. 1–15.
- Schmidt, C. (2014) Entscheidungen im Alltag. Stoffgeschichten und Kritikalitätsbewertungen, in: Müller, M./Hemmer, I./Trappe, M. (Hg.), *Nachhaltigkeit neu denken. Rio+X: Impulse für Bildung und Wissenschaft*, München: oekom, S. 167–172.
- Schmidt, C./Marschall, L./Reller, A. (2014) Mit Stoffgeschichten Kreisläufen und Zusammenhängen auf der Spur, *Praxis Geographie* 4, S. 24–28 (im Druck).
- Schröter, B./Meißner, S./Reller, A. (2014) Integrated assessment of technological options along the water-greenhousegas nexus, *Science of the Total Environment* (eingereicht).
- Zepf, V./Reller, A./Rennie, C./Ashfield, M./Simmons, J. (2014) *Materials critical to the energy industry*. An introduction. Zweite Auflage, London.

Ressourcengeographie des Phosphors

PROJEKTTEAM

- Oliver Gantner
oliver.gantner@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3569
- Prof. Dr. Armin Reller
armin.reller@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3000

PROJEKTPARTNER

- Deutsche Phosphor Plattform
- European Sustainable Phosphorus Plattform
- Global TraPs

Der Stein der Weisen

Bei der Suche nach dem Stein der Weisen entdeckte der deutsche Alchemist Henning Brand im 17. Jahrhundert durch die Eindampfung von Urin einen Baustein des irdischen Lebens, den Phosphor. Heute, im 21. Jahrhundert, findet Phosphor in der öffentlichen Wahrnehmung wenig Beachtung. Phosphor zählt zu den fossilen und somit endlichen Ressourcen, der jedoch in seiner Funktion nicht substituierbar ist.

Der natürliche Phosphorkreislauf wurde durch die industrialisierte und globalisierte Landwirtschaft, die durch den Einsatz mineralischer Dünger gewachsen ist, aufgebrochen. Dagegen sind heute sowohl der Zugang zu mineralischen Düngemitteln als auch deren Verteilung ein ernst zu nehmendes Problem. Phosphor als lebensnotwendige Ressource zeigt beispielhaft die Fragestellungen und komplexen Problemfelder auf, die im Umgang mit

Rohstoffen, deren Verfügbarkeit beziehungsweise Verknappung, unsere Zukunft bedingen werden.

Worum es geht?

Die Anwendungsbereiche von Phosphor belaufen sich mit circa 90% auf die Herstellung von Düngemitteln, 5% auf Futterphosphate sowie 5% auf industrielle Anwendungen. Futter- und auch Industriephosphate haben dabei höhere Reinheitsanforderungen als Phosphatdünger. Die Anwendungsbereiche industriell genutzter Phosphate sind vielfältig. Sie werden z.B. als Nahrungsmittelzusätze (Wasserbinder in Fleischwaren, Treibmittel in Backwaren, Säuerungsmittel in Cola), in Feinchemikalien, bei der Wasserbehandlung (Wasserenthärter) und in der Elektronik als additive Funktionsstoffe genutzt. Es ist davon auszugehen, dass die technischen Anwendungsbereiche von Phosphaten und Phosphorverbindungen zunehmen werden.

Viel stärker hingegen ist das Wachstum für Düngemittel zu prognostizieren. Insgesamt soll der Bedarf bis zum Jahr 2017 auf 260 Millionen Tonnen Phosphatgestein ansteigen, dies entspricht einer Zunahme um rund 14%. Damit setzt sich der sich bislang abzeichnende Trend eines zunehmenden Nährstoffverbrauchs nicht nur für Stickstoff und Kalium, sondern auch für Phosphor weiter fort (s. Abb. 1). Das Nachfragewachstum entstammt dabei den Entwicklungszentren Asien und Südamerika. Auf dem Weg von der Lagerstätte bis zum Endprodukt sind teilweise hohe Verluste zu verzeichnen. Von der Mine bis zum Teller können es bis zu 95% sein. Phosphor, der in der Natur ausschließlich als Phosphat vorkommt, wird hauptsächlich aus Apatiten, wie beim

Ressourcengeographie des Phosphors

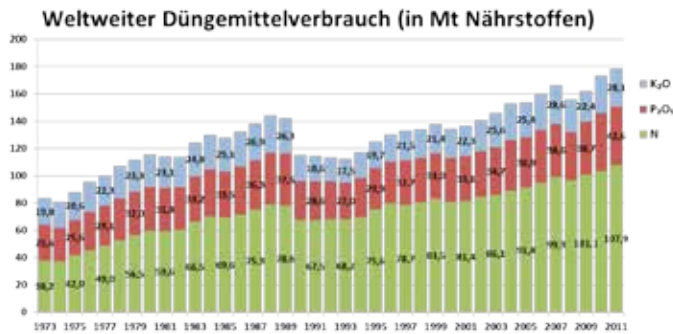


Abb. 1: Der weltweite Düngemittelverbrauch zeigt einen klaren Aufwärtstrend

Phosphatabbau in Khouribga (Marokko), gewonnen und in mehreren nachgeschalteten Schritten zu Phosphorsäure, Phosphatdüngern oder chemischen Derivaten verarbeitet. Die Reserven, die nach aktuell verfügbaren Daten circa 350 Jahre reichen sollen, sind dabei ungleich verteilt. So liegen 50 von 70 Millionen Gigatonnen Reserven allein in Marokko und der Westsahara. Die Hauptabbauländer sind Marokko, China, USA, Tunesien und Russland.

Die Nutzung der Ressource Phosphor ist aus ökologischer Sicht nicht unproblematisch. Phosphate sind je nach Lagerstätte unterschiedlich stark mit Schwermetallen behaftet, insbesondere mit Cadmium und Uran. Aufgrund fehlender oder ungenügender gesetzlicher Regulierung finden diese ihren Weg über die Düngemittelausbringung auf Agrarflächen, in denen sie dann in wasserlöslicher Form vorliegen. In der Regel erfolgt der Aufschluss der Rohphosphate nasschemisch mittels Schwefelsäure. Als Beiprodukt fällt dabei Phosphatgips an, mit – je nach Vorkommen unterschiedlichen

– Schwermetallanteilen. Wirklich unbedenkliche Nutzungsformen von Phosphatgips, der meist in großen, der Witterung ausgesetzten Halden zwischengelagert wird, sind bisher nicht bekannt. Ein weiteres großes Umweltproblem ist die aus Überdüngung resultierende Eutrophierung der Gewässer. Während in den industrialisierten Ländern Europas aus Wirtschaftlichkeitsgründen kaum Überdüngung auf mineralische Düngemittel zurückzuführen ist, führt in Entwicklungsländern eine unsachgemäße und unspezifische Düngemittelanwendung zu gravierenden und teils irreversiblen Folgen für Böden, Gewässer, Mensch und Umwelt.

Europa, das über lediglich eine Phosphatlagerstätte verfügt und sich der Endlichkeit der Vorkommen wie auch seiner Importabhängigkeit bewusst ist, setzt auf eine Phosphorkreislaufwirtschaft durch technische Verfahren, allen voran das Recycling aus Abwässern, Klärschlamm und Klärschlammasche. Jedoch steht der Umsetzung der innovativen Recycling-Ansätze noch eine Reihe von ökonomischen, gesetzlichen wie auch gesellschaftlichen Hindernissen im Wege.

Mit der Novellierung der Studie *Critical Raw Materials for the EU* im Frühjahr 2014 wurde Phosphatgestein auf die Liste kritischer Rohstoffe der EU gesetzt. Dies ist unter anderem das Ergebnis der genannten Importabhängigkeit, schlechter geopolitischer Bewertung der Lieferländer und mangelnder Substitutionsmöglichkeiten. Der Einsatz von sekundären Phosphatquellen wie Abwasser, Klärschlamm, Klärschlammasche, Tiermehl etc. als tatsächlich zur Verfügung stehende Ersatzstoffe wurde dabei allerdings nicht mit berücksichtigt. Die Bewertung wird durch weitere Umstände verzerrt und stark verallgemeinert.

Ressourcengeographie des Phosphors



Abb. 2: Schaufel einer Dragline bei Khouribga (Marokko) für den Phosphatabbau mit einem Fassungsvermögen von 50 t pro Schaufelladung.

Um zukünftig detailliertere Information nutzen zu können, wurde von der Arbeitsgruppe Phosphor eine Erfassung, Bewertung und Visualisierung der jetzigen und künftigen Phosphatminen durchgeführt.

Zielsetzung und Durchführung

Die zentrale Herausforderung der Arbeitsgruppe Phosphor ist die Beschaffung und Bewertung von belastbaren und aussagekräftigen Informationen zur Phosphorthematik. Damit sollen Handlungsfelder, Potentiale und Problemfelder identifiziert werden, die es einerseits ermöglichen, den Phosphorkreislauf durch intelligente anthropogene Lösungen wieder zu schließen und andererseits die Phosphate effektiv, effizient und ökologisch sinnvoll zu nutzen. Die am Lehrstuhl für Ressourcenstra-

tegie angesiedelte Phosphor-Studie sieht die Mitwirkung an Phosphorinitiativen wie dem Global TraPs Projekt vor und ist am Aufbau der Deutschen Phosphor-Plattform – zusammen mit der Fraunhofer Projektgruppe IWKS in Hanau – beteiligt. Die Resultate der Phosphorforschung sollen Entscheidungsträgern aus Industrie, Wirtschaft, Politik und Sozialwesen brauchbare Kennzahlen und Bewertungen liefern, anhand derer vor dem Hintergrund eines wachsenden Bedarfs und zugleich abnehmender Reserven zukunftsfähige Strategien entwickelt werden können.

Publikationen

- Gantner, O./Schipper, W./Weigand, J.J. (2014) Technological use of phosphorus: the non-fertilizer, non-feed and non-detergent domain, in: Scholz, R.W./Roy, A.H./Brand, F.S./Hellums, D.T./Ulrich, A.E. (Hg.), *Sustainable Phosphorus Management: A Global Transdisciplinary Roadmap*, Dordrecht et al.: Springer, S. 237–242.

Stoffgeschichte der Seltenen Erden

PROJEKTDURCHFÜHRUNG

- Dr. Luitgard Marschall
luitgard.marschall@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3566

PROJEKTPARTNER

- oekom Verlag, München

Biographie der Seltenerdmetalle

Mit dem Projekt „Stoffgeschichte der Seltenen Erden“ ergänzt das WZU in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Ressourcenstrategie der Universität Augsburg und dem oekom Verlag in München seine Buchreihe Stoffgeschichten um einen weiteren Band. Die Reihe befasst sich mit Stoffen und Materialien, die für unsere gesellschaftliche, wirtschaftliche und ökologische Entwicklung bestimmend sind und unseren Alltag prägen. Auf die Stoffgruppe der Seltenen Erden trifft dies in besonderem Maße zu. Denn aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften sind die insgesamt 17 Metalle gerade in den vergangenen Jahren in vielfältigen neuen Einsatzbereichen unentbehrlich geworden – etwa in den Informations-, Kommunikations- und Nachhaltigkeitstechnologien. Durch das gegenwärtige Rohstoffmonopol Chinas für Seltene Erden und vor dem Hintergrund der aktuellen Ressourcendebatten sind die in der Öffentlichkeit bislang kaum wahrgenommenen Metalle inzwischen auch stark in den Medien präsent. Doch es sind nicht allein wirtschaftspolitische und ressourcenstrategische Aspekte, die die Seltenen Erden zu einem lohnenswerten Untersu-

chungsgegenstand machen. Auch unter Umweltgesichtspunkten und aus der historischen Perspektive erweist sich das Thema als aufschlussreich.

Reise durch Raum und Zeit

Ziel des Buchprojektes ist, eine pluralistische Perspektive auf die Stoffgruppe der Seltenen Erden zu entwickeln, welche die stoffliche Dimension mit wirtschafts-, umwelt-, technik- und kulturgeschichtlichen Zugangsweisen verbindet. Aus diesem Grund beschränkt sich die Untersuchung nicht von vornherein auf die Bereiche Technik und Wirtschaft – wie in der Mehrzahl der verfügbaren Publikationen zu dem Thema üblich – sondern nimmt auch soziokulturelle Aspekte mit in den Blick. Forschungsleitend ist die Frage, wie unsere Gesellschaft mit Ressourcen, insbesondere in Mangelsituationen umgeht. Welche unterschiedlichen Strategien wurden in der Vergangenheit und werden heute eingesetzt, um



Seltenerdmetalle in Pulverform

Stoffgeschichte der Seltenen Erden

Stoffströme kontinuierlich zu unterhalten? Auf welche Weise wurden und werden Ressourcenkonflikte bewältigt? Welche Folgen hatten und haben die ressourcenstrategischen Manöver auf mittlere oder lange Sicht? Durch die historische Analyse lässt sich beispielsweise die erwähnte Monopolstellung Chinas bei den Seltenen Erden als das Ergebnis wirtschaftlicher und industriepolitischer Entwicklungen im Verlauf der Globalisierung interpretieren. Nun sind solche Folgen zwar in der Regel nur schwer und unter großem Aufwand zu korrigieren. Da es sich aber nicht um unumkehrbare Prozesse handelt, lassen sich durch derlei historische Deutungsmuster möglicherweise aktuelle und zukunftsbezogene Krisenszenarien relativieren.

Auf dem Weg in eine Kreislaufwirtschaft

Das Thema Recycling bildete den zentralen Untersuchungsgegenstand des dritten Projektjahres. Trotz zahlreicher ambitionierter Absichtsbekundungen aus Politik und Wirtschaft und vielfältiger Forschungsbemühungen steckt das Recyceln von Seltenerdmetallen noch immer in den Kinderschuhen. So existieren nur vereinzelt Projekte für die Wiedergewinnung von Seltenen Erden aus Rückständen, die bei der Gewinnung oder Produktion anfallen. Und auch Ansätze, die versuchen, die Technologiemetalle aus ausgedienten Gebrauchsprodukten (sogenannte End-of-Life-Produkte) wiederzugewinnen, lassen sich derzeit noch an einer Hand abzählen. Vorreiter der Entwicklung ist eine Kooperation für das Recyceln von Nickel-Metallhydrid-Batterien und Akkus, die im Hausgebrauch wie auch in Elektro- und Hybridfahrzeugen verwendet werden. Die Zusammenarbeit findet zwischen den beiden Firmen Umicore aus Bel-



Seltene Erden finden auch in Energiesparlampen Anwendung

gien und Rhodia aus Frankreich statt und gestaltet sich folgendermaßen: In der Batterien-Recycling-Anlage von Umicore in Hoboken bei Antwerpen werden Nickel, Kobalt, Eisen und Kupfer in einem Hochtemperaturverfahren von den Seltenerdmetallen getrennt. Letztere sammeln sich bei dem Prozess in einer Schlacke an. Diese Schlacke wird im nächsten Schritt in die französische Hafenstadt La Rochelle überführt, wo MitarbeiterInnen von Rhodia die Seltenerdmetalle durch ein aufwändiges chemisches Verfahren zurückgewinnen.

Die Anlage in La Rochelle ist seit Dezember 2012 in Betrieb und gilt als weltweit erster Wiederverwertungsbetrieb für Seltene Erden. Mittlerweile laugt man dort die begehrten Metalle aber nicht mehr ausschließlich aus der importierten Schlacke ausgedienter Nickel-Metallhydrid-Akkus aus, sondern zapft als neue Quelle weitere End-of-Life-Produkte wie Energiesparlampen, Leuchtstoffröhren oder LEDs an. Darüber hinaus hat Rhodia auch seltenerdhaltige Produktionsabfälle aus der Porzellan- und Emaille-Industrie für sich entdeckt.

Stoffgeschichte der Seltenen Erden



Im französischen La Rochelle befindet sich die dienstälteste Recyclinganlage für Seltene Erden

Im Oktober des Berichtsjahres führte eine Recherchereise in die Anlage nach La Rochelle. Neben einer ausgiebigen Betriebsbesichtigung konnten mehrere Gespräche mit MitarbeiterInnen des Unternehmens geführt werden, die bisherige Erfahrungen und zukünftige Strategien beim Recyceln von Seltenerdmetall zum Thema hatten. Dass sich Seltenerdmetalle künftig aber nicht nur chemisch, sondern höchstwahrscheinlich auch durch Bakterien aus Gestein oder Elektroabfällen herausholen lassen, brachten andere Forschungsprojekte ans Licht, die im Rahmen der Recherchearbeiten im Jahr 2014 näher beleuchtet wurden.

Neben der umfangreichen Recherchearbeit wurde im Berichtsjahr auch das Verfassen des Buchmanuskriptes weiter vorangetrieben, so dass das Projekt „Stoffgeschich-

te der Seltenen Erden“ aller Voraussicht nach im Jahr 2015 zum Abschluss kommen wird.

Publikationen

- Marschall, L./Schmidt, C./Soentgen, J. (2013) Stoffgeschichten: Ein Instrument zur Analyse und Kommunikation stoffbezogener Themen, in: Reller, A./Marschall, L./Meißner, S./Schmidt, C. (Hg.), *Ressourcenstrategien: Eine Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, S. 195–210.
- Marschall, L./Meißner, S./Schmidt, C. (2013) Bis zur Erschöpfung – Zur Geschichte der Ausbeutung natürlicher Ressourcen, in: Reller, A./Marschall, L./Meißner, S./Schmidt, C. (Hg.), *Ressourcenstrategien: Eine Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, S. 15–37.
- Reller, A./Marschall, L./Meißner, S./Schmidt, C. (Hg.) (2013) *Ressourcenstrategien: Eine Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Schmidt, C./Marschall, L./Reller, A. (2014) Mit Stoffgeschichten Kreisläufen und Zusammenhängen auf der Spur, *Praxis Geographie* (4), S. 24–28.

ForCycle – Rohstoffwende Bayern

PROJEKTSPRECHER

- Prof. Dr. Armin Reller
armin.reller@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3000

PROJEKTKOORDINATION

- Dr. Sigrun Schmid
sigrun.schmid@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3558

PROJEKTTILNEHMER

- Prof. Dr. Soraya Heuss-Aßbichler, LMU München
- Prof. Dr. Siegfried Horn, Uni Augsburg in Kooperation mit Prof. Dr. Klaus Drechsler, Fraunhofer Projektgruppe FIL, Augsburg
- Prof. Dr. Burkhard König, Uni Regensburg
- Prof. Dr. Werner Kunz, Uni Regensburg in Kooperation mit Prof. Dr. Cordt Zollfrank, TUM und Wissenschaftszentrum Straubing für Nachhaltige Rohstoffe
- Dr. Martin Schlummer, Fraunhofer IVV, Freising
- Prof. Dr. Ulrich Teipel, TH Nürnberg
- Prof. Dr. Monika Willert-Porada, Uni Bayreuth

FÖRDERUNG

- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)

LAUFZEIT

- 2014–2016

HOMEPAGE

- www.forcycle.de

Worum geht es?

Wiederverwertung und Recycling gebrauchter Güter und Rohstoffe sind maßgebliche Instrumente, um den Sekundäranteil im Produktionsprozess zu erhöhen und um das primäre Rohstoffaufkommen zu reduzieren. Werden die sekundären Rohstoffe einer Kreislaufwirtschaft zugeführt, könnte dies die Abhängigkeit der Wirtschaft vom Rohstoffhandel ein Stück weit mindern. Der dadurch erlangte Wettbewerbsvorteil hätte zudem einen Ressourcen und damit Umwelt schonenden Aspekt.

Um diesen Zielen näher zu kommen und damit eine Rohstoffwende in Bayern einzuleiten, hat das bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) den Forschungsverbund ForCycle ins Leben gerufen.

ForCycle vereint neun Projekte, die aus verschiedenen Fachperspektiven und bezogen auf unterschiedliche Stoffe effiziente Recyclingverfahren und Fragen der Nutzung der gewonnenen Sekundärrohstoffe erforschen. Das Hauptinteresse gilt den Stoffgruppen der Metalle, Composite, Baustoffe und Biogenen Polymere. Der Forschungsverbund, an dem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bayerischer Universitäten und Forschungseinrichtungen arbeiten, wird mit knapp 3 Millionen Euro für eine Laufzeit von drei Jahren (2014–2016) finanziert.

ForCycle – Rohstoffwende Bayern

Zielsetzung & Methoden

In den Forschungsprojekten werden Methoden und Verfahren entwickelt, die zur Abscheidung und Trennung von Metallen, Kunststoffen und Biopolymeren führen sollen. Mit diesen Separationsprozessen sollen Metalle aus Verbundmaterialien oder aber aus ionischen Lösungen herausgefiltert werden. Auf diese Weise können zum einen die Metalle wiedergewonnen werden und zum anderen die kontaminierten Substanzen von ihren metallischen Verunreinigungen getrennt oder die Kunststoffe von den Metallen gelöst werden. In gereinigter Form können die Stoffe dann erneut in den Produktionsprozess eingeführt werden oder aufgrund ihrer höheren Reinheit und besseren Qualität durch das Recycling zur Schaffung neuer und verbesserter Produktionslinien dienen.

Um den wechselseitigen Austausch über die thematische Zusammenarbeit zu fördern, wurden drei Cluster entlang der Stoffe und Verfahrensprozesse im Forschungsverbund gebildet. Demnach werden die Themenfelder *Metall-Kunststoffkomposite*, *Biogene Polymere* und *Bunt-*

metalle im Hinblick auf die Entwicklung und Nutzung neuartiger Lösungsmittel kooperieren. Eine weitere Zusammenarbeit besteht zwischen den Projekten, die über *glasartige und keramische Funktionsmaterialien* forschen. Eine dritte Verbindungslinie wurde zwischen den Themenbereichen *Biogene Polymere* und *Baustoffe* gezogen.

Ziel der Projekte ist es, auf neuen Wegen eine effizientere Nutzung essentieller Rohstoffe zu erreichen und sie als Sekundärrohstoffe erneut zu verwerten mit der Perspektive, in Bayern eine Stoffkreislaufwirtschaft zu etablieren – ein erster Schritt in Richtung Rohstoffwende. Für diese ökologisch und wirtschaftlich zentrale Perspektive soll ein stoff- und nutzungsspezifisches Ressourcenstrategiekonzept entwickelt werden.

Innovative technische Lösungen können nur in gemeinsamer Anstrengung von Forschung, Entwicklung und industrieller Anwendung gelingen. Die in den Projekten untersuchten Fragestellungen basieren überwiegend auf Grundlagenforschung. Die zu erwartenden Ergebnisse können aber durchaus für die Anwendung interessant



Bildquellen: Bild ganz links: Department für Geo- und Umweltwissenschaften, LMU München, Soraya Heuss-Aßbichler; Bild links: Fraunhofer IVV Freising, Bild Mitte: Institut für Organische Chemie, Universität Regensburg, Anika Kolb; Bild rechts: Technische Hochschule Nürnberg, Fakultät für Verfahrenstechnik, Ulrich Teipel; Bild ganz rechts: Lehrstuhl für Experimentalphysik II, Universität Augsburg.

ForCycle – Rohstoffwende Bayern



V.l.n.r.: Prof. K. Drechsler, Prof. S. Horn, StM Dr. M. Huber, Prof. A. Reller, Prof. B. König, Prof. M. Willert-Porada, E. Seiler, Prof. S. Heuss-Aßbichler, Dr. M. Schlummer, Prof. W. Kunz, Prof. C. Zollfrank. Bildquelle: StMUV

sein beziehungsweise von vornherein anwendungsbezogen konzipiert werden. Aus diesem Grund sollen alle Projekte – wenn möglich schon in einem frühen Projektstadium – mit einschlägigen Unternehmenspartnern kooperieren. Interessierte Unternehmen sind während der gesamten Laufzeit des Projekts willkommen.

Durchführung und Ergebnisse des ersten Projektjahres

Mit einer Auftaktveranstaltung im Münchner Künstlerhaus wurde ForCycle am 24. Januar 2014 offiziell von

Staatsminister Dr. Marcel Huber aus der Taufe gehoben. Professor Armin Reller vom Lehrstuhl Ressourcenstrategie der Uni Augsburg und Sprecher von ForCycle übernahm dabei die Aufgabe, die etwa 100 Gäste aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft in die alle Projekte leitende ressourcenstrategische Ausrichtung des Forschungsverbunds einzuführen. Die ProjektteilnehmerInnen stellten ihre jeweiligen Themen durch Kurzvorträge und Poster-Präsentationen dar. Anschließend wurde das Pro und Contra des Sekundärrohstoffeinsatzes in der Wirtschaft in einer Diskussionsrunde mit UnternehmensvertreterInnen erörtert.

Im Jahr 2014 fanden (bis zum Redaktionsschluss) zwei interne Arbeits- beziehungsweise Strategiesitzungen statt. Hier konnten sich die ProjektteilnehmerInnen vertieft über die ressourcenstrategischen Ziele des Verbunds austauschen und verständigen. Zu Gastvorträgen und zur Diskussion mit den VerbundteilnehmerInnen waren als externe Ressourcen- beziehungsweise Recyclingexperten Prof. Dr. Klaus Kümmerer von der Leuphana Universität, Lüneburg und Dr. Christian Hagelüken von Umicore, Hanau eingeladen.

Im Herbst 2014 wurde ein zweitägiger Graduiertenworkshop gemeinsam mit den ForCycle-Doktoranden und den Doktoranden des Augsburger Graduiertenkollegs „Ressourcenstrategische Konzepte für zukunftsfähige Energiesysteme“ veranstaltet. Neben dem intensiven fachlichen Austausch zwischen den Doktoranden (Vorträge und Diskussion), aus denen sich Synergien und Impulse für die eigene Forschungsarbeit entwickelten, konnten insbesondere auch die externen Gäste (MotivationstrainerInnen und WirtschaftsvertreterInnen) wichtige Informationen und Anregungen vermitteln.

ForCycle – Rohstoffwende Bayern

Zusätzlich zu den verbundinternen Treffen wurden die ForCycle-Projekte und Forcycle-Themen auf zahlreichen Veranstaltungen durch Vorträge oder in Interviews und Diskussionsrunden einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt.

Publikationen

- Reller, A./Marschall, L./Meißner, S./Schmidt, C. (Hg.) (2013) *Ressourcenstrategie. Eine Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen*, Darmstadt: WBG.
- Reller, A./Zepf, V./Achzet, B. (2013) The Importance of Rare Metals for Emerging Technologies, in: Angrick, M./Burger, A./Lehmann, H. (Hg.), *Factor X. Re-source – Designing the Recycling Society*, Berlin, Heidelberg: Springer, S. 203–219.
- Reller, A./Dießenbacher, J. (2014) Reichen die Ressourcen für unseren Lebensstil? Wie Ressourcenstrategie vom Stoffverbrauch zum Stoffgebrauch führt, in: von Hauff, M. (Hg.), *Nachhaltige Entwicklung. Aus der Perspektive verschiedener Disziplinen*, Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, S. 91–118.
- Zepf, V./Reller, A. (2012) Chances and risks of using rare earth metals, *Proceedings of the ICE-Waste and Resource Management* 165 (1), S. 3–11.
- Zepf, V. (2013) *Rare Earth Elements. A New Approach to the Nexus of Supply, Demand and Use. Exemplified along the Use of Neodymium in Permanent Magnets*, Berlin/Heidelberg: Springer.
- Zepf, V./Reller, A./Rennie C./Ashfield, M./Simmons, J. (2014) *Materials critical to the energy industry. An introduction*. Zweite Auflage. London: Universität Augsburg/BP.

Grüner Klee und Dynamit – Eine interaktive Wanderausstellung

PROJEKTTEAM

- Carl Bosch Museum Heidelberg
kontakt@carl-bosch-museum.de
Tel.: 06221 603 616
Jan Dübbers
Bianca Flock
Hajo Hauptmann
Sabine König
Gerda Tschira
- Knut Völzke (Leise Design)
knut.voelzke@leise-leise.com
Tel.: 069 219 9801
- Dr. Claudia Schmidt
schmidt@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3575
- Dr. Jens Soentgen
soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560

FÖRDERUNG

- HighTech Offensive Zukunft Bayern
- Klaus Tschira Stiftung gGmbH, Heidelberg

Worum geht es?

Bereits lange vor dem Aufstieg der Mikrobiologie nutzte man Leguminosen zur Bodenverbesserung, insbesondere den Klee. Die stickstoffbindenden Bakterien, mit denen die Pflanzen kooperieren, erhöhen die Fruchtbarkeit der Böden. Die Ernten konnten auf diese Weise schon deutlich gesteigert werden – wenn auch nicht genug, um mit der ebenfalls wachsenden Bevölkerung Europas schrittzuhalten. Dies war bereits im 19. Jahrhundert wohlbekannt und wurde in einer berühmten Rede des britischen Chemikers Sir William Crookes drastisch ausgemalt. Crookes befasste sich seit 1892 mit der Stickstoffoxidation und rechnete 1896 als Präsident der British Association for the Advancement of Science vor, dass die chilenischen Stickstoffreserven sich bald erschöpfen würden: „England and all civilized Nations stand in deadly peril of not having enough to eat“, warnte er und präsentierte sogleich die Lösung: „It is the chemist who must come to the rescue of the threatened communities.“

Die theoretische Lösung des Problems kann ein Chemiker auf einem Blatt Papier formulieren, durch die Reaktionsgleichung $N_2 + 3H_2 = 2 NH_3$. Bei hohem Druck und niedriger Temperatur liegt das Gleichgewicht auf Seiten des Ammoniaks (NH_3). Doch ist der Stickstoff reaktionsträge. Aktiviert man ihn durch höhere Temperatur, zerfällt das Produkt wieder.

Im März 1909 gelang dem deutschen Chemiker Fritz Haber im Labormaßstab eine Lösung, zunächst mit Osmium als Katalysator. Von der BASF, bei der Haber in Sachen Ammoniaksynthese unter Vertrag stand, wurde das Verfahren dann durch ein Team um Carl Bosch und Alwin Mittasch weiterentwickelt. Der Katalysator Osmium wurde durch einen preiswerteren ersetzt und

Grüner Klee und Dynamit – Eine interaktive Wanderausstellung

etliche Probleme der Hochskalierung konnten durch eine Fülle von genialen Innovationen gelöst werden. Nach einigen Vorstufen nahm die erste Ammoniakanlage am 9. September 1913 in Oppau (Ludwigshafen) ihre Produktion auf. Die Anlage synthetisierte mehr als 10 Tonnen Ammoniak pro Tag.

Die Haber-Bosch-Synthese, mit der seit nunmehr 100 Jahren Stickstoffdünger aus Luft und Erdgas hergestellt wird, aber auch Sprengstoffe, wird oft als wichtigste Erfindung des 20. Jahrhunderts bezeichnet. Eine solche Sichtweise ist naheliegend, denn der vermeintlich banale Stickstoffdünger hat durch einen technischen Bypass

eine fundamentale ökologische Grenze überwunden. Reaktiver Stickstoff, der Motor allen biologischen Wachstums, ist in der Natur knapp. Nur bestimmte Bakterien sowie Gewitter liefern Nachschub. Damit waren bislang – auch dem Menschen – unverrückbare Grenzen gesetzt, wird doch die Nahrungsmittelproduktion durch das natürliche Stickstofflimit kontrolliert.

Heute dagegen ist reaktiver Stickstoff durch die industrielle Stickstoffsynthese im Überfluss herstellbar. Und er wird auch seit inzwischen 100 Jahren in stetig steigender Menge produziert. Er trug dazu bei, dass der Erste Weltkrieg bis 1918 dauerte, denn ohne den Stickstoff aus dem Verfahren wäre dem deutschen Heer schon 1915 die Munition ausgegangen. Auch heute ist das Haber-Bosch-Verfahren von militärischer Bedeutung, weil weiterhin nahezu alle Treibladungen und Sprengstoffe aus reaktivem Stickstoff bestehen.

Ebenso wichtig ist die ökologische Dimension, denn mit dem reaktiven Stickstoff aus dem Haber-Bosch-Verfahren konnten die Ernten weltweit verdoppelt werden und die beackerbare Fläche ließ sich vervielfachen, weil nun auch solche Flächen unter den Pflug genommen werden konnten, die bisher als zu ertragsschwach galten: Moore etwa oder tropischer Regenwald. Das enorme Bevölkerungswachstum auf derzeit 7 Milliarden Menschen wäre ohne die Haber-Bosch-Synthese nicht möglich gewesen. Vor 50 Jahren, zum damals 50. Jubiläum der Ammoniak-Synthese schrieb der spätere BASF-Vorstandsvorsitzende Bernhard Timm stolz, dass dank Haber-Bosch „1962 in der Welt ein Mehraufkommen von 224 Mill. t. Getreide erzeugt wurde, das ohne die Stickstoff-Industrie einfach zur Ernährung der Menschheit nicht zur Verfügung gestanden hätte.“ Heute ist dieser Beitrag noch weitaus



Die Ausstellung adressiert unterschiedlichste Altersgruppen: Eine Schulklasse begutachtet das „Haber-Bosch-Verfahren“.

Grüner Klee und Dynamit – Eine interaktive Wanderausstellung

größer. Im Jahr 2011 wurden weltweit 136 Millionen Tonnen reaktiver Stickstoff in Form von Ammoniak synthetisiert, das ist ungefähr ebenso viel wie die durch biologische Prozesse an Land gebundene Stickstoffmenge. Das Verfahren hat die ökologische Nische des Menschen gesprengt; heute sind wir gefordert, uns selbst Grenzen zu setzen. Darin liegt die welthistorische Bedeutung dieses Verfahrens.

Bei nüchterner Betrachtung muss festgehalten werden, dass sich uns heute ein neues Problem stellt, nämlich die „umgekehrte Stickstofffrage“: Wie bekommen wir den überall diffundierenden reaktiven Stickstoff wieder aus der Natur? Reaktiver Stickstoff in der Luft, in den Flüssen, im Brunnen, im Meer – wo früher zu wenig war, ist heute zu viel. Denn nur vier bis vierzehn Prozent des für Kunstdünger hergestellten reaktiven Stickstoffs werden tatsächlich zu Nahrung veredelt und dienen dazu, uns satt zu machen. Der größte Teil verdunstet und versickert auf dem langen Weg von der Anlage über den Acker, über den Viehstall bis zum Teller.

Im Golf von Mexiko breitet sich jedes Jahr im Frühjahr eine tote Zone im Meer aus, groß wie Hessen. Ein völlig lebloses Meer, ohne Krabben, ohne Garnelen, ohne Fische. Ein Effekt der Stickstofffrachten des Mississippi, der durch alle großen Korn-Staaten fließt und dabei die stickstoffreichen Abwässer der Äcker einsammelt. Neben den enormen Steigerungen, welche die Erfindung ermöglichte, gibt es anderswo Totalverluste an biologischer Produktion. Die Schäden, welche der Fischerei und dem Tourismus der am Golf angrenzenden Staaten entstehen, gehen in die Milliarden.

William Crookes malte die Horrorvision an die Wand, dass England und Europa hungern müssten. Das Weizen-



Die Ausstellung im Umweltbundesamt Dessau vor der Eröffnung

problem wurde gelöst. Die Problemlösung aber brachte Folgeprobleme. Welches Genie erfindet nun den „umgekehrten Haber-Bosch“? Dieser umgekehrte Haber-Bosch, der den reaktiven Stickstoff dort verschwinden lässt, wo er nicht hingehört, wird keine riesige Industrieanlage sein. Sondern ein Bündel von Maßnahmen, die sinnvoll ineinandergreifen. In den USA ist man uns voraus, vielleicht weil dort die unerwünschten Nebenwirkungen der künstlichen Düngung im Golf von Mexiko jährlich geballt sichtbar sind. Dort gibt es eine nationale Nutrient Task Force, die jedes Jahr einen „Action Plan“ verabschiedet. Eine der erfolgreichen Maßnahmen ist die Wiedervernässung von Feuchtgebieten. Denn in Feuchtgebieten wird durch Mikroorganismen der reaktive Stickstoff im Boden wieder in Luftstickstoff rückverwandelt

Grüner Klee und Dynamit – Eine interaktive Wanderausstellung

und so aus dem System entfernt. Eine andere Maßnahme ist die Einführung von Best-Practice-Maßnahmen in der Landwirtschaft, um weniger sorglos mit Gülle und Kunstdünger umzugehen. In der EU wurde 2011 ebenfalls ein Stickstoff-Assessment durchgeführt. Die DBU hat ein Stickstoffprogramm aufgelegt. Einen Beitrag leistet auch die ökologische Landwirtschaft, die ganz ohne Kunstdünger auskommt.

Die Ausstellung

Unsere Ausstellung „Grüner Klee und Dynamit – Der Stickstoff und das Leben“ erzählt die Geschichte des Stickstoffs mit vielen einzigartigen Exponaten. Wir erläutern die biologische Bedeutung des Stickstoffs, seine ökologische Problematik, aber auch seine politische Relevanz. Mittelalterliche Ateliers des Alchemisten und des Salpeterers werden reizvoll kontrastiert durch moderne Hochtechnologie. Viele Hands-on-Exponate machen den Stoff und seine Geschichte begreifbar.

Die Ausstellung ist für Besucher aller Altersstufen ab acht Jahren geeignet. Ein Buch über die Geschichte des Stickstoffs ergänzt die Ausstellung.

Die Ausstellung wurde im 2013 im Naturmuseum der Stadt Augsburg eröffnet und dann im Carl Bosch Museum in Heidelberg gezeigt. Sie wanderte anschließend ins Umweltbundesamt nach Dessau und wurde dann vom Stadtmuseum Ingolstadt und dem Naturkundlichen Bildungszentrum Ulm vorgestellt. Als weitere Stationen sind Wilhelmshaven (Wattenmeerhaus) sowie das Museumsdorf Baruther Glashütte geplant. Ein Buch über die Geschichte des Stickstoffs wird als Band 10 in der WZU-Reihe *Stoffgeschichten* (oekom Verlag) im Herbst 2015 erscheinen.

Publikationen

- Soentgen, J. (2014) 100 Jahre industrielle Ammoniak-synthese: Vom „Weizenproblem“ zur „neuen Stickstofffrage“, *Chemie in unserer Zeit* 48(1), S. 72–75.
- Soentgen, J. (2013) Vom wheat problem zur neuen Stickstofffrage. Editorial, *Gaia* 22 (4), S. 217.
- Schmidt, C. (2014) *Ressource Bildung – ein didaktisches Konzept für Entscheidungen unter Nachhaltigkeit*. Habilitationsschrift, Augsburg.



LOKALE UMWELTEN

- 48 Klimawandel und Wasserbilanz im Hochgebirge
- 53 Regionales Klimahandeln
- 56 Lech-Projekt
- 58 Die Terras Pretas im Amazonas-Gebiet
- 62 Ein Stoff macht Zukunft: Lithium in Bolivien

Klimawandel und Wasserbilanz in Hochgebirgsregionen

PROJEKTTEAM

- Prof. Dr. Jucundus Jacobeit
Jacobeit@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2670
- Prof. Dr. Karl-Friedrich Wetzel
karl-friedrich.wetzel@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2277
- Dr. Christoph Beck
christoph.beck@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2129
- Dr. Andreas Philipp
andreas.philipp@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2266
- PD Dr. Matthias Bernhardt
m.bernhardt@iggf.uni-muenchen.de
Tel.: 0179 5232822
- Michael Weber
m.weber@iggf.uni-muenchen.de
Tel.: 089 3187 2582
- Severin Kaspar
severin.kaspar@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3564
- Georg Strobl
georg.strobl@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3565

PROJEKTPARTNER

- Bayerische Akademie der Wissenschaften, Abteilung Glaziologie der Kommission für Erdmessung und Glaziologie, Dr. L. Braun
- Bayerischer Lawinenwarndienst, B. Zenke
- BOKU Wien (Institute of Water Management, Hydrology and Hydraulic Engineering), Prof. Dr. K. Schulz
- Deutscher Wetterdienst (Station Zugspitze und Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg), Dr. W. Thomas, Dr. J. Seltmann
- Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (Standort Davos), Dr. M. Lehning, Dr. C. Fierz
- Helmholtz-Zentrum München (Institut für Strahlenschutz), Dr. K. Hürkamp, Dr. J. Tschiersch
- KIT (IMK-IFU Garmisch-Partenkirchen), Prof. Dr. H. Kunstmann
- Pyrenean Institute of Ecology (Zaragoza), Dr. N. Lopez-Moreno
- University of Saskatchewan (Global Institute for Water Security), Prof. Dr. J. Pomeroy
- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien, Dr. W. Schöner

FÖRDERUNG

- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

LAUFZEIT

- 2014–2017

Klimawandel und Wasserbilanz in Hochgebirgsregionen

Hintergrund

Das vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz geförderte Vorhaben ist eingebunden in das Verbundprojekt „Virtuelles Alpenobservatorium“ (VAO), in dem sich die Umweltforschungsstation Schneefernerhaus mit weiteren Höhenobservatorien im Alpenraum auf dem Gebiet der Höhen-, Klima- und Umweltforschung vernetzt (Sonnblick-Observatorium Österreich; Jungfraujoch und Gornergrat Schweiz; Ritten Italien; Observatoire Haute Provence Frankreich; Kravac Slowenien). Im Rahmen von VAO werden seit 2014 – neben einem Infrastrukturprojekt zur Schaffung eines übergreifenden Alpen-Datenanalysezentrums – jeweils drei Forschungs- und Entwicklungsprojekte in den folgenden drei Schwerpunktbereichen gefördert:

- Atmosphärische Variabilität und Trends
- Alpine Umwelt: Gefahren und Risiken
- Alpiner Wasserhaushalt

Das Projekt „Klimawandel und Wasserbilanz in Hochgebirgsregionen“ gehört dem Schwerpunktbereich „Alpiner Wasserhaushalt“ an und adressiert vor allem Änderungen in lokalem Niederschlag, Schneerücklagen und Gletschervolumen, Schmelzprozessen sowie Abflussanteilen im nordalpinen Zugspitzgebiet und im zentralalpinen Sonnblickbereich (Kooperation mit der österreichischen Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik). Hintergrund für dieses Vorhaben ist, dass Hochgebirge und insbesondere die Alpen eine überproportionale hydrologische Bedeutung als Wasserversorger der Vorländer besitzen und gleichzeitig als besonders klimasensitiv gelten. Daher sind Auswirkungen des Kli-

mawandels im Bereich der Hydrosphäre zu erwarten, die sehr wahrscheinlich die Wasserversorgung der Vorländer, die Energiesicherheit durch Wasserkraft, den Hochwasserschutz und auch den Tourismus betreffen werden. Gleichwohl besteht ein großes Forschungsdefizit zu allen Fragen der Hochgebirgshydrologie.

Hier zählt sich die Mitgliedschaft der Universität Augsburg im Konsortium der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus aus, denn sie liegt im Einzugsgebiet des Partnach-Ursprungs. Aufgrund seiner hydrogeologischen Situation bietet dieses Gebiet einzigartige natürliche Voraussetzungen für die hydrologische Hochgebirgsforschung. Dazu zählen seine weitgehende hydrologische Abgeschlossenheit als Gunstmoment für Bilanzierungen und Modellvalidierungen, beste Instrumentierung und langjährige Datenreihen zur Klimatologie, Glaziologie und teilweise auch Hydrologie, hervorragende ganzjährige Erreichbarkeit sowie exzellente Arbeitsbedingungen. Zusammen mit dem Department für Geographie an der LMU München ist somit ein Projekt formuliert worden, das verbesserte Erkenntnisse zum Wasserhaushalt in alpinen Räumen vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels hervorbringen soll.

Ziele und Methoden

Im Vordergrund des Projektes stehen das hydrologische Prozessverständnis, die Weiterentwicklung und Validierung von schneehydrologischen Modellen sowie die gezielte Fortentwicklung neuerer Ansätze des statistischen Downscalings.

Klimawandel und Wasserbilanz in Hochgebirgsregionen

Folgende Hauptziele können dabei spezifiziert werden:

- Prozess-basierte Modellierung von Akkumulation, Transport und Ablation von Schneedecken
- Validierung der Modellergebnisse durch hydrologische Messungen und neuartiges, räumlich/zeitlich hochauflösendes terrestrisches Laserscanning
- Aufbau eines kontinuierlichen, zeitlich und räumlich hochaufgelösten schnee- und glazialhydrologischen Monitorings im Zugspitzgebiet
- Fortentwicklung und Anwendung von statistischen Downscaling-Verfahren zur Abschätzung sowohl von lokalen, wasserhaushaltsrelevanten meteorologischen Parametern (z.B. Niederschlag und enthaltene Schneeanteile) als auch direkt von Gletschermassenbilanzen aus großskaligen atmosphärischen Datenfeldern.

Erste Arbeitsschritte

Die instrumentelle Ausstattung im Zugspitzgebiet wurde mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz aus einer ersten Förderphase des Virtuellen Alpenobservatoriums entscheidend ausgebaut (siehe Abb. 1). Dazu gehört ein neuartiges LIDAR („Light detection and ranging“) zur hochauflösten Volumenmessung von Gletschern und Schneedecken, das sowohl am Schneefernerhaus als auch mobil eingesetzt werden kann. Weiterhin wurde am Partnach-Ursprung eine Pegelstation errichtet, die eine genaue Erfassung der Gebietsabflüsse ermöglicht. Schließlich wurden mit erheblichem logistischem Aufwand bislang drei schneehydrologische Stationen auf dem Zugspitzplatt aufgebaut, eine vierte befindet sich noch im Aufbau (s. Abb. 1). Die resultierenden Daten werden neben

dem Projektteam auch von Projektpartnern wie dem Helmholtz-Zentrum München (Institut für Strahlenschutz) oder dem Bayerischen Lawinenwarndienst (LWD) genutzt, der selbst auch eine weitere Messstation auf dem Zugspitzplatt betreibt (s. Abb. 1). 2014 konnte somit das systematische Schneedecken-Monitoring begonnen werden.

Im Bereich des statistischen Downscalings wurden erste Ergebnisse mittels klassifizierter atmosphärischer Zirkulationstypen (vereinfacht auch als Wetterlagen bezeichnet) erzielt. Als Optimierungszeitraum dient das 20. Jahrhundert. Die Klassifikation der Zirkulationstypen wird dabei z.B. anhand der geopotentiellen Höhen durch-

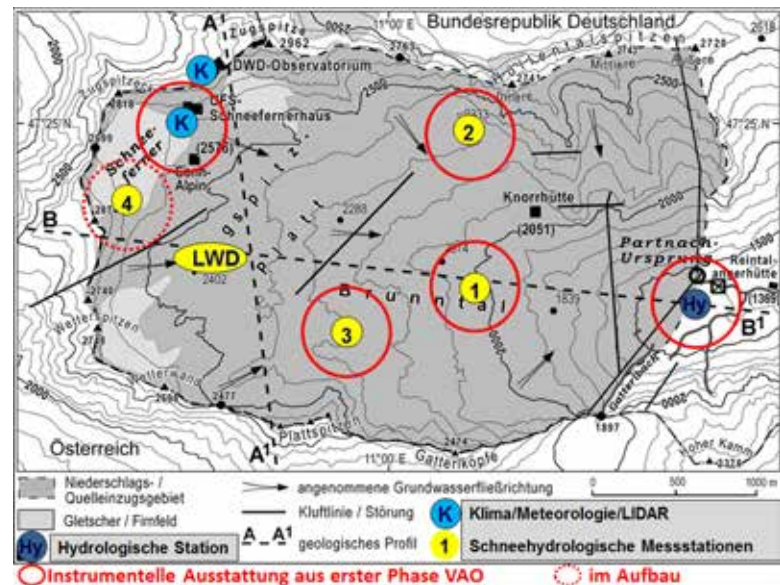


Abb. 1: Instrumentelle Ausstattung im Zugspitzgebiet

Klimawandel und Wasserbilanz in Hochgebirgsregionen

geführt, also der Höhenlage bestimmter hochtroposphärischer Druckniveaus. Jeder Zirkulationstyp lässt sich durch standortspezifische Klimakennwerte charakterisieren. Damit können sodann Abschätzungen des lokalen Klimaverlaufs in Abhängigkeit vom variablen Auftreten der Zirkulationstypen vorgenommen werden.

Die Abbildung 2 zeigt ein Beispiel zur Validierung eines derartigen Vorgehens. Hierbei werden die mittleren täglichen Januartemperaturen am Zugspitzgipfel für den Zeitraum 2000–2010 aus der Sequenz von Zirkulationstypen abgeschätzt und mit den beobachteten Temperaturen verglichen. Es zeigt sich mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0.80$ eine relativ gute Übereinstimmung. Zukünftig sollen durch die Kombination derartiger Klassifikationen mit einem zusätzlichen statistischen Verfahren, den sogenannten künstlichen

neuronalen Netzen, die Ergebnisse weiter verbessert werden. Nach erfolgter Optimierung und Validierung derartiger Modelle sollen sie im weiteren Projektverlauf auch auf künftige Szenario-Bedingungen fortgeschrittenen Klimawandels übertragen werden. Dabei sollen die Downscaling-Abschätzungen für das Zugspitz- und Sonnblickgebiet nicht nur meteorologische Variablen wie Temperatur und Niederschlag, sondern auch Komponenten des Wasserhaushalts und Gletschermassenbilanzen umfassen.

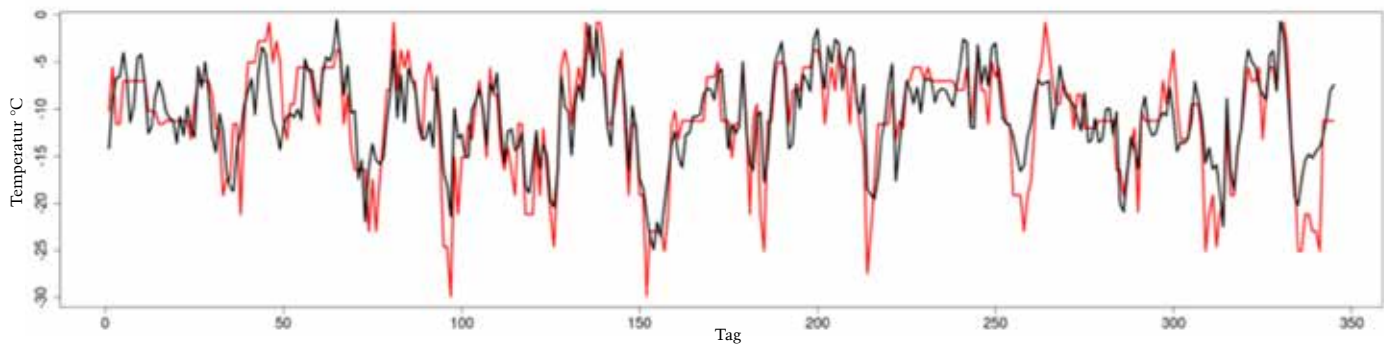


Abb. 2: Beobachtete (schwarze Ganglinie) und aus hochtroposphärischen Zirkulationstypen abgeleitete (rote Ganglinie) mittlere Tagestemperaturen am Zugspitzgipfel für den Zeitraum Januar 2000–2010. Die Klassifizierung und thermische Charakterisierung der Zirkulationstypen erfolgte im Zeitraum Januar 1901–1999. Der Korrelationskoeffizient zwischen beobachtetem und modelliertem Temperaturverlauf in der Abbildung beträgt 0,80 (nach A. Philipp).

Klimawandel und Wasserbilanz in Hochgebirgsregionen

Publikationen

- Bernhardt, M./Härer, S./Jacobeit, J./Wetzel, K.-F./Schulz, K. (2014) Das Virtuelle Alpenobservatorium – Forschungsschwerpunkt alpine Hydrologie, *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 58, S. 241–243.
- Hertig, E./Jacobeit, J. (2013) A novel approach to statistical downscaling considering non-stationarities, *Journal of Geophysical Research – Atmospheres* 118, S. 520–533.
- Philipp, A./Beck, C./Jacobeit, J. (2012) Statistical modelling of winter precipitation at the Zugspitze by weather type classifications and neural networks, *UFS Wissenschaftliche Resultate 2011–2012*, S. 26–28.



Abb. 3: Installation eines Temperaturfühlers zur Messung der Schneedeckentemperatur an einer Messstation auf dem Zugspitzplatt im Herbst 2014.

Regionales Klimahandeln

PROJEKTLEITUNG

- Dr. Katrin Vogel
katrin.vogel@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3490

PROJEKTPARTNER

- Hochschule München, Prof. Dr. Cordula Kropp, Irene Brickmann, Jana Türk
- ITAS, PD Dr. Stefan Böschen

FÖRDERUNG

- BMBF

LAUFZEIT

- 04/2014–12/2014

Worum geht es?

Das anwendungsorientierte Projekt „Regionales Klimahandeln zwischen Initiativen von unten und Abstimmung von oben: Wie lassen sich lokale Prioritätensetzungen und überregionale Anforderungen vermitteln?“ baut auf Erkenntnisse aus dem Vorgängerprojekt „Klima Regional“ (abgeschlossen im Dezember 2013) auf: Entscheidend für die Wirksamkeit aller Strategien für Klimaschutz und Klimaanpassung ist das möglichst reibungsarme Zusammenspiel zwischen staatlichen und transnationalen Vorgaben „von oben“ und gemeindlichen Entwicklungsprojekten, die sich lokal anschlussfähig „von unten“ herausbilden. Regionale Klimamaßnahmen werden dann effektiv angestoßen, umgesetzt und stabilisiert, wenn die in Wissenschaft, Politik und Verwal-

tungen entwickelten Maßnahmen produktiv in die lokale beziehungsweise regionale Wahrnehmung von Handlungserfordernissen, Rahmenbedingungen und Zukunftswünsche eingebunden werden können.

Im Projekt „Klima Regional“ wurden sowohl fördernde Faktoren als auch Hemmnisse identifiziert, die das Wechselspiel zwischen der überregionalen Steuerungsebene und der lokalen Handlungsebene im bayerischen Alpenraum bedingen. Ziel des Projekts „Regionales Klimahandeln“ ist nun, die Erfolgsfaktoren für regionales Klimahandeln genauso wie die verschiedenen Aspekte der auftretenden Spannungen zwischen den Ebenen genau herauszustellen. Zudem soll gemeinsam mit VertreterInnen der unterschiedlichen Ebenen nach Möglichkeiten der Überwindung dieser Spannungen gesucht werden. Diese basieren beispielsweise auf einer ungenügenden Kenntnis der jeweils entgegengesetzten Perspektive, auf fehlenden Prozeduren der Abstimmung beider Handlungsrichtungen oder auf mangelnder Planungssicherheit aufgrund sich verändernder Vorgaben „von oben“.

Transferphase I

Das Projekt gliedert sich in zwei Transferphasen. Nachdem „Klima Regional“ eine dezidiert lokale und regionale Perspektive eingenommen hatte, wurden in der Transferphase I erstens die bereits vorliegenden Befunde durch eine systematische Erweiterung der Untersuchungsbasis abgesichert. Dazu wurden mit VertreterInnen aus zehn weiteren Gemeinden im Alpenraum themenzentrierte Gespräche geführt. Zweitens wurden über zehn VertreterInnen der übergeordneten, klimarelevanten Politikformulierung sowie der administrativen Um-

Regionales Klimahandeln



In der Transferphase I waren 10 Gemeinden im Alpenraum involviert.

setzung des Bundes und des Landes Bayern interviewt, um die Perspektive der Steuerungs- und Planungsebene kennenzulernen. Drittens wurden aktuelle und konkrete Probleme der Umsetzung von Maßnahmen für Klimaschutz und -anpassung auf der „Vermittlerebene“ durch eine Exploration bei intermediären Netzwerken (etwa Bayerischer Gemeindetag, CIPRA, EWO) und Institutionen erfasst. Viertens wurde die Expertise einschlägiger WissenschaftlerInnen der Raum- und Regionalplanung sowie der Klimapolitik eingeholt. Bis zum Redaktionsschluss zeigte eine erste Auswertung der Interviews u.a.:

- Die Vielschichtigkeit der mit dem Klimawandel verbundenen Herausforderungen wird häufig auf das Energiethema – d.h. auf die Erzeugung regenerativer Energien – verkürzt. Viele genauso relevante Fragestellungen geraten aus dem Blick. Der Fokus auf die

regenerative Energieerzeugung lässt die Vermeidung und Verringerung energetischer Bedarfe in den Hintergrund treten.

- Herausforderungen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung sind politisch dann adressierbar, wenn sie mit möglichen „Gewinnen“ – z.B. im Wettbewerb um AnlegerInnen, EinwohnerInnen, KundInnen – assoziiert werden.
- Regionales Klimahandeln folgt den Schwerpunktsetzungen von öffentlichen Fördermitteln.
- Insbesondere auf kommunaler Ebene wird beklagt, dass das Wissen zum Klimawandel wenig fundiert sei.
- Das Thema Mobilität wird zwar als wichtig, aber kaum adressierbar angesehen.
- Dem Klimawandel fehlt in Bayern eine eindeutige institutionelle und symbolische Bewertung und zwar sowohl auf der übergeordneten als auch auf der kommunalen Ebene. Daraus folgt eine hohe Personenabhängigkeit von Strategien und Maßnahmen.

Transferphase II

In der Transferphase II wurden die gesammelten Ansprüche und Problemlösungsperspektiven in Fachgesprächen mit VertreterInnen der unterschiedlichen Ebenen vorgestellt und diskutiert. Das Projekt wird mit der Entwicklung eines Policy Papers abgeschlossen, in dem die Transferergebnisse und Handlungsempfehlungen zusammengefasst sowie Ansatzpunkte für die Überwindung der identifizierten Spannungen benannt werden.

Regionales Klimahandeln

Publikationen

- Böschen, S./Gill, B./Kropp, C./Vogel, K. (Hg.) (2014) *Klima von unten: Regionale Governance und gesellschaftlicher Wandel*, Frankfurt/Main: Campus.
- Böschen, S./Kropp, C./Brickmann, I./Elixhauser, S./Türk, J./Vogel, K. (2013) „Responsibility for Sustainability“ – Umgang mit Klimawandel als soziale Innovation, in: Löw, Martina (Hg.), *Vielfalt und Zusammenhalt. 36. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Soziologie* (CD-ROM-Beilage), Frankfurt/Main.
- Klima Regional (2013) *Handlungsempfehlungen für klimabezogene Transformationsprozesse im Alpenraum*, Augsburg: WZU.
- Vogel, K./Elixhauser, S. (2014) Wasserwandel im Klimawandel: Mensch-Wasser-Beziehungen in zwei Gemeinden im Alpenraum, in: Böschen, S./Gill, B./Kropp, C./Vogel, K. (Hg.), *Klima von unten: Regionale Governance und gesellschaftlicher Wandel*, Frankfurt/Main: Campus. S. 359–380.

Lech-Projekt

PROJEKTTEAM

- Prof. Dr. Marita Krauss
marita.krauss@phil.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560
- Dr. Stefan Lindl
stefan.lindl@phil.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 5544
- Dr. Jens Soentgen
soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560
- Michael Schweiger
michael.schweiger@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3561
- Michael Hilgers
michael.hilgers@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3574

Worum geht es?

Augsburg wurde am Zusammenfluss von Lech und Wertach gegründet, der Lech hat den Reichtum der Stadt ermöglicht und gefördert. Er war Wasserversorger, Transportweg und Kraftquelle, gelegentlich auch Schutzwall und manchmal Zerstörer. Seit dem 19. Jahrhundert ist dieser Fluss zunehmend durch die Wasserkraft geprägt. Der aus ihr gewonnene Strom war nach dem 2. Weltkrieg wichtig für den Wiederaufbau und für die industrielle Entwicklung ganz Südbayerns. Heute erscheint der Lech – nicht auf der tiroler, wohl aber auf der bayerischen Seite – als Seenkette mit Flussabschnitten und er arbeitet wie ein großes Kraftwerk. Mit diesem Wandel haben sich auch die Fischfauna und die gesamte Fauna und Flora am

Fluss radikal verändert.

Mit der Energiewende nimmt der Druck auf den Lech wieder zu. Gleichzeitig wächst der Widerstand dagegen, die CO₂-arme Stromgewinnung auf Kosten des Naturschutzes zu intensivieren. Die Gewässerrahmenrichtlinie der EU fordert, den ökologischen Zustand der Flüsse zu verbessern. Der Lech ist damit ein Modell für einen Fluss in Zeiten der erneuerbaren Energien: Soll dem Naturschutz oder dem Ausbau der erneuerbaren Energien Vorrang gegeben werden? Wie lässt sich beides verbinden?

Zielsetzung & Methoden

Der Lech ist seit mehreren Jahren an der Universität Augsburg ein wichtiger Gegenstand von Forschung und Lehre und er verbindet die Universität Augsburg mit unterschiedlichen Stakeholdern und Akteuren (Lech-Allianz, Naturwissenschaftlicher Verein für Augsburg und Schwaben, BEW/LEW) am Fluss. Das Lech-Projekt erforscht und dokumentiert den Wandel des Lech und macht ihn für ein breites Publikum wahrnehmbar.

Aus diesen Forschungsprojekten hervorgegangen ist das 2014 erschienene Buch „Der gezähmte Lech: Fluss der Extreme“ (Hg.: Krauss, M./Lindl, S./Soentgen, J.). Unterstützt von umfangreichem Bildmaterial ermöglicht das Buch einen Blick auf die Veränderungen der Flusslandschaft vom Mittelalter bis heute. Ausgehend von der Geschichte des Lechs fragen die AutorInnen unterschiedlicher Fachdisziplinen nach den Konflikten und Konfliktlösungen am Lech.

Im Zuge des Lechprojekts wurden auch wissenschaftliche und öffentliche Vorträge durchgeführt, etwa im Rahmen des Friedensfestes 2014 der Stadt Augsburg, zudem

Lech-Projekt

wurden und werden Bachelor- und Masterarbeiten über spezielle Lechthemen verfasst. Die Ergebnisse sind Ausgangspunkt für weiterführende Fragestellungen rund um den Landschaftswandel am Lech, die in einem neuen Forschungsprojekt gemeinsam mit PartnerInnen umgesetzt werden sollen.

Publikationen

- Krauss, M./Lindl, S./Soentgen, J. (Hg.) (2014) *Der gezähmte Lech. Fluss der Extreme*, München: Volk Verlag.
- Lindl, S.: (2012) „Saubere“ Wasserkraft, ökologische Katastrophen und Interdisziplinarität. Ein Fazit zur multidisziplinären Ringvorlesung „Der Lech. Geschichte und Zukunft“, *Augsburger Volkskundliche Nachrichten* 18, S. 77–95.



Einige Monate im Jahr verwandelt sich der Forggensee in ein Schlammloch – eine Nebenwirkung der Wasserkraftnutzung.

Die Terras Pretas im Amazonas-Gebiet

PROJEKTTEAM

- Prof. Dr. Sabine Timpf
sabine.timpf@geo.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2313
- Carolin von Groote-Bidlingmaier
Carolin.vonGroote-Bidlingmaier@geo.uni-augsburg.de.
Tel.: 0821 598 2755
- Dr. Jens Soentgen
jens.soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560

PROJEKTPARTNER

- Prof. Dr. Klaus Hilbert, Prof. Dr. Regis A. Lahm
Programa de Pós Graduação em História
FFCH-PUCRS
Av. Ipiranga, 6681, Prédio 03
90619-900-Porto Alegre, RS
Brasil
hilbert@pucrs.br
Tel.: + 55 51 3320 3534

FÖRDERUNG

- Deutscher Akademischer Austauschdienst, DAAD
(ProBral 2014–2015)

LAUFZEIT

- 2014–2015

Wanderungsbewegungen präkolonialer indigener Kulturen im Amazonasgebiet

Die Terra Preta (Schwarzerde) ist ein anthropogener Boden. Er besteht aus einer Mischung von Holzkohle, Dung und Kompost. ArchäologInnen entdeckten zahlreiche, auf Hochkulturen hindeutende Tonscherben, die in den sehr nährstoffreichen Schwarzerde-Böden eingeschlossen waren. Der Forscher Curt Nimuendajú wies erstmals nach, dass diese Erden alle von präkolumbischen Menschen gezielt oder ungezielt hervorgebracht wurden. Wir können daher davon ausgehen, dass jede Terra Preta auf einen Lebensraum einer Kultur hinweist.

Terras Pretas sind in vielfacher Hinsicht interessant. Zum einen ermöglicht ihr Vorkommen die intensive Landwirtschaft in den Tropen, deren Böden sonst extrem nährstoffarm sind. Terras Pretas haben also eine wichtige humanökologische Funktion im Amazonasgebiet. Sie werden aktuell intensiv erforscht, weil sie zeigen, dass es Möglichkeiten gibt, auch sehr unfruchtbare Böden fruchtbar zu machen. Die Forschung zu Terras Pretas wird allerdings dadurch erschwert, dass die heutigen indigenen BewohnerInnen des Amazonasbeckens die Fähigkeit, solche Erden zu produzieren, nicht mehr besitzen.

Terras Pretas sind ein wichtiger Indikator für Wohnsitze und für Wanderungsbewegungen präkolonialer indigener Kulturen im Amazonasgebiet. Da sie anthropogen sind, kommen sie nur an ehemaligen Siedlungsplätzen vor. Terras Pretas sind daher immer auch (archäologische) Fundstellen und für unser Projekt eine wichtige Informationsquelle.

Die Terras Pretas im Amazonas-Gebiet

In dem Projekt sollen zwei Modelle der Besiedlungshistorie anhand der Analyse präkolonialer indigener Kulturen und unter Berücksichtigung ethnographischer sowie ethnohistorischer Daten getestet und chronologisch geordnet werden.

Dem einen Modell liegt die Annahme zugrunde, dass die indigenen Kulturen außerhalb des Amazonasgebiets entstanden sind und sich dann sowohl von den Anden im Westen als auch von den nördlichen karibischen Randgebieten Südamerikas entlang des Amazonas und seiner Nebenflüsse in Richtung Süden und Osten zum Atlantik hin ausgebreitet haben.

Im zweiten Modell wird von einem Diffusionszentrum im Gebiet des Zusammenflusses von Rio Negro und Rio Solimoes ausgegangen, von dem aus sich autochthone Amazonaskulturen, den Nebenflüssen folgend, in alle Richtungen ausgebreitet haben.

Im ersten Schritt soll ein allgemeines Modell erstellt werden, das die Interaktionen eines Volkes mit seiner Lebensumwelt abbildet. Dabei geht es nicht um die Interaktion einzelner Personen mit der Umwelt. Die Betrachtungsebene, d.h. der Modellierungsmaßstab, umfasst ein Volk als Ganzes – die Größe des Lebensraumes, die benötigten Ressourcen (Wasser, Holz, Lehm, Anbauflächen oder Jagdreviere), der Einfluss auf andere Kulturen z.B. durch Handel sowie die Wanderungsbewegungen. Aus archäologischen Daten wie Fundorten (Terra Preta) und Artefakten sowie deren Eigenschaften lassen sich die konkreten Lebensräume präkolonialer Völker rekonstruieren. Die umweltpsychologische Theorie der Affordances ermöglicht es, auf die geographische Umwelt zurückzuschließen und durch eine Abstraktion von solch konkreten Lebensräumen zu einem Modell

von Lebensräumen zu gelangen, das die geographische Umwelt und damit den inhomogenen Raum explizit berücksichtigt. Bisherige Modelle von Besiedlungen und Wanderungsbewegungen gehen nur in Einzelfällen von einem inhomogenen Raum aus, d.h. die Eignung des geographischen Raumes (engl.: suitability) für ein Volk wird nur selten betrachtet beziehungsweise modelliert. Ein potenzielles Ergebnis dieser Forschung ist ein räumliches Bewertungsraster, das die explizite Eignung eines geographischen Raumes für ein spezifisches präkoloniales Volk betrachtet.

Zielsetzung & Methoden

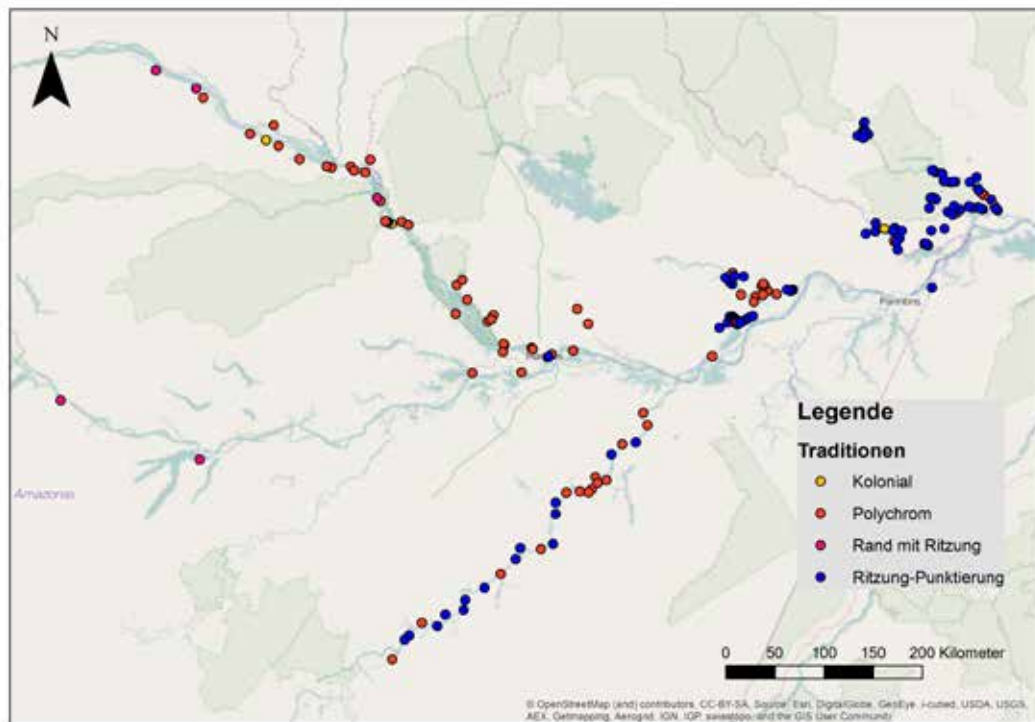
Für die Analyse der Kulturen werden wir archäologische und ethnographische Daten über die indigenen präkolonialen Völker verwenden, die von unserem Partner Klaus Hilbert sowie von seinem Vater, dem bekannten Amazonas-Archäologen Peter Paul Hilbert, und deren KollegInnen stammen. Für die Verwaltung der Daten haben wir eine Datenbank angelegt, die sowohl die räumliche Verortung als auch zusätzliche Informationen zu allen bekannten Fundorten enthält. Die ursprünglich vorliegenden Daten stammen aus dem Gebiet um Santarém und enthalten zeitliche Informationen zu den identifizierten Horizonten und Traditionen. Eine weitere Datenquelle ergibt sich aus den Vorkommen der Terra Preta do Indio im gesamten Amazonasbecken. Der angestrebte Vergleich zwischen den Kulturen soll im Rahmen einer Simulation, bevorzugt einer Multi-Agenten-Simulation, durchgeführt werden. Dieser Schritt des Projekts hängt von den Ergebnissen des ersten Teilprojekts ab und baut auf vorherigen Arbeiten auf, die

Die Terras Pretas im Amazonas-Gebiet

ebenfalls Affordances in einem geographischen Kontext verwendet haben. Gleichzeitig soll eine geostatistische Methode entwickelt werden, mit deren Hilfe automatisch die Wanderungsbewegungen einer Kultur aus deren Veränderungen des Einflussbereichs erkannt werden können. Für diesen Schritt ist eine saubere Datenbank eine wichtige Voraussetzung.

Durchführung und Ergebnisse

In 2014 wurden zum einen ein mögliches Modell für indigene Stofftransformationen entwickelt und erste Ansätze für eine formale Beschreibung untersucht. Zudem wurden die möglichen Lebensumstände und geographischen Bedingungen für präkoloniale Völker recherchiert



Verortung unterschiedlicher Siedlungstraditionen im Amazonas-Gebiet

Die Terras Pretas im Amazonas-Gebiet

und in Ansätzen für den Einsatz in einer Multi-Agenten-Simulation quantifiziert, d.h. ein Modell dieser Kulturen entwickelt. Eine Dissertation arbeitet an der automatischen Erkennung der Bewegungsmuster einer Kultur in solchen Geodaten – bisher waren wir durch fehlende Daten mit C14-Datierungen eingeschränkt.

Schließlich wurde gemeinsam mit unserem Partner vor Ort die Datenbank der Fundorte mit Koordinaten und genauen Informationen zu den dort erkannten Kulturen ergänzt. Dazu wurden alle bekannten digitalen und analogen Quellen ausgewertet und über eine Google-Earth-Suche verortet. Das Ergebnis ist die bisher vollständigste Datenbank zu Terras Pretas und weiteren archäologischen Fundorten im Amazonasgebiet. Derzeit ist die Datenbank nur eingeschränkt zugänglich – dies soll aber durch die Einrichtung eines Geodatenservers im Institut für Geographie geändert werden. Geplant ist ein Web-GIS, das Abfragen und einfache Analysen der Fundorte ermöglichen soll.

Die Kollegen aus Porto Alegre waren vom 13.10. bis 24.10.2014 in Augsburg zu Besuch. Im kommenden Jahr sollen auf Basis der gesammelten Informationen sowohl die automatische Erkennung der Wanderungsbewegungen als auch die Simulation der Kulturen abgeschlossen sein. Ziel ist es, das genauere Modell der Besiedlungshistorie aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse auswählen zu können.



Die Terra Preta ist ein anthropogener Boden und eine archäologische Fundstätte

Publikationen

- Soentgen, J./Hilbert, K. (2013) Präkolumbianische Chemie, *Chemie in unserer Zeit* 46, S. 322–334. (Abdruck einer gekürzten Fassung in: *Tópicos, Deutsch-Brasilianische Hefte* 52(3) 2013.)
- Von Groote-Bidlingmaier, C./Timpf, S./Hilbert, K. (2014) Estimating Moving Regions out of Point Data – from Excavation Sites in the Amazon region to Areas of Influence of Prehistoric Cultures. *Extended Abstract with presentation at the 17th AGILE international conference on Geographic Information Science.*

Ein Stoff macht Zukunft: Lithium am Salar de Uyuni, Bolivien

PROJEKTTEAM

- Dr. Katrin Vogel
katrin.vogel@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3490
- Prof. Dr. Armin Reller
armin.reller@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3000

PROJEKTPARTNER

- Dr. Jens Soentgen

Lithium – Motor für Wandel

Das Forschungsprojekt greift das am WZU entwickelte Konzept der „Stoffgeschichten“ auf, um Lithium ethnologisch zu erforschen. Es eröffnet jene sozio-kulturellen Dimensionen von Lithium, die rein stofflich-technischen Betrachtungen verschlossen bleiben.

Die Nachfrage nach Lithium auf dem globalen Markt steigt, zum Beispiel laut Angaben des US Geological Survey, deutlich. Entscheidend dafür ist die weltweite Autoindustrie. Vor dem Hintergrund globaler Ressourcen- („Peak Oil“) und Umweltprobleme („Klimawandel“) sowie diesbezüglicher politischer und wirtschaftlicher Strategien wird hier die Entwicklung der Elektromobilität vorangetrieben. Aufgrund seiner günstigen Speichereigenschaften ist Lithium ein Schlüsselement für tragbare Energiespeicher und Elektromobilität. Doch während sich die Forschungs- und Technologiezentren für diese Zukunftstechnologien in der EU, den USA und einigen Ländern Asiens befinden, liegen 70–80% der weltweiten Lithium-Vorkommen in den Salzseen des

„Lithium-Dreiecks“ in Lateinamerika. Das weltweit größte Lithium-Vorkommen bildet mit geschätzten 9 Millionen Tonnen der Salar de Uyuni in Bolivien. Dieser mit einer steinharten und schneeweißen Salzkruste überzogene Salzsee erstreckt sich über 500 Hektar auf der andinen Hochebene Altiplano. Zukünftig soll aus der Salzlauge und auf der Grundlage einer nationalen Lithium-Strategie Lithium für den Weltmarkt gewonnen werden. Die bolivianische Regierung unter Evo Morales plant ausgehend von dem Stoff einen Industrialisierungssprung. Das am historischen Beispiel des Silberbergs im bolivianischen Potosí vielfach beschriebene „Ressourcenparadox“ – Reichtum macht arm – soll auf der Grundlage der nationalen Lithium-Strategie durchbrochen werden und Bolivien vom Rohstofflieferanten zum Global Player im Bereich Lithium-Technologien avancieren. Die Produktion von Batterien, von Elektrofahrzeugen und -autos ist deshalb Teil des Vorhabens.

Vor dem Hintergrund eines stark ausgeprägten postkolonialen Erbes sind die Entkolonialisierung sowie Modernisierung der Gesellschaft erklärte Ziele der gegenwärtigen Regierung. Seit der Kolonialzeit existierende Abhängigkeitsstrukturen und Ungleichheiten auf wirtschaftlicher, sozialer und politischer Ebene bestehen sowohl in internationalen, als auch in nationalen und lokalen Kontexten fort. Vorgesehen ist deshalb die Verringerung der gewachsenen Ungleichheitsstrukturen in der Gesellschaft unter anderem durch die Distribution der staatlichen Einnahmen aus dem Lithium-Abbau.

Das Forschungsprojekt untersucht die Auswirkungen dieses politischen Diskurses über eine bessere Zukunft Boliviens und damit verbundener Praktiken der Lithium-Gewinnung in einer Gemeinde (circa 800 Einwohner-

Ein Stoff macht Zukunft: Lithium am Salar de Uyuni, Bolivien

Innen) in der Provinz Daniel Campos am Nordufer des Salar de Uyuni.

Lokales Wissen über den Salar

Während eines zweiten, mehrwöchigen Aufenthalts Anfang des Jahres 2014 zeigte sich, dass Lithium zunehmend Eingang in das lokale Wissen über den Salar gefunden hat, obgleich die Verdunstungsbecken der 2013 eingeweihten Pilotanlage Llipi am Südufer weit entfernt vom Ort der ethnologischen Feldforschung liegen. Der Salzsee hatte dieses landwirtschaftlich geprägte Dorf über Jahrhunderte vom Landesinneren Boliviens getrennt. Das wirtschaftliche, soziale und kulturelle Leben und Handeln seiner BewohnerInnen orientierte sich deshalb räumlich auf das Land im Grenzgebiet zu Chile. Doch seit der Ankunft des Automobils in der Region ver-

binden die auf dem Salar verlaufenden Transportrouten die Dörfer an seinen Ufern miteinander und insbesondere mit Uyuni, von wo aus heute Busse in alle größeren Städte Boliviens und in die Nachbarländer Chile und Argentinien fahren.

Obwohl die weiße Ebene den Blick bis zum Horizont erlaubt und der harte Untergrund selbst schwere Fahrzeuge trägt, gilt der Salzsee unter den DorfbewohnerInnen als sehr gefährlich. Viele haben Angehörige auf ihm verloren, denn es tragen sich immer wieder tödliche Unfälle zu oder Autos und ihre Insassen verschwinden. Der Salar ist gefährlich, weil man auf ihm schnell die Orientierung verliert. Die Distanzen sind schwer einzuschätzen und Luftspiegelungen täuschen das Auge. Nachts schluckt das Weiß des Untergrunds das Licht der Fahrzeuge und die Sicht beträgt nur wenige Meter. Immer wieder, so heißt es, seien Autos deshalb nachts ungebremst gegen die Felsen einer der Inseln oder am Ufer gefahren. Bei Reisen in der Dunkelheit schalten die Fahrer daher gelegentlich das Licht aus, auch um sich – wie tagsüber – an markanten Landschaftsmerkmalen wie dem Vulkan Tunupa oder den Inseln zu orientieren.

Bevor sie ihr Fahrzeug auf den Salzsee lenken, halten viele Reisende deshalb an, um der Pachamama, der Mutter Erde, Opfergaben darzubringen, um dem Salar Respekt zu zollen und um für eine sichere Überquerung zu bitten. Gerade ältere DorfbewohnerInnen führen die vielen Unfälle und Toten jedoch auf die heutzutage fehlerhafte Praxis im Umgang mit der Pachamama und dem Salar sowie auch auf die heute bei Vielen mangelhaften Sprachkenntnisse des Aymara in der Kommunikation mit diesen nicht-menschlichen Entitäten zurück.

Das lokale Wissen über den Salar basiert auf den Erfah-



Abb. 1: Links im Bild der Vulkan Tunupa am Nordufer des Salar

Ein Stoff macht Zukunft: Lithium am Salar de Uyuni, Bolivien



Abb. 2: Ein ojo de sal gibt den Blick auf die Lauge frei

rungen des alltäglichen Lebens mit ihm. Es umfasst das Wissen über seine Gefahren wie auch darüber, mittels welcher Praktiken diese gemindert werden können. Die Beschaffenheit des Salzes, die Lage der Berge, der Inseln und der *ojos de sal* (große Löcher in der Salzkruste, s. Abb. 2) sowie die Wegführung der befahrenen Pisten sind Aspekte des kontextualisierten, verkörperten und praxisorientierten Wissens, die für die Überquerung des Salar grundlegend sind.

In manchen Erklärungen über die vom Salar ausgehenden Gefahren kommt das Wissen über den Salzsee als Lagerstätte für natürliche Ressourcen zum Ausdruck. Inzwischen kann man sich auf ihm mithilfe von GPS orientieren (worauf Ortskundige kaum zurückgreifen müssen), doch zu Zeiten des Kompasses gab es keine technologischen Hilfsmittel: Die Nadel des Kompasses spielte auf

dem Salar verrückt, was einige Gemeindemitglieder auf die in der Lauge enthaltenen Mineralien zurückführen. Andere integrieren Wissen über den Mineralienreichtum des Salar in die indigene Kosmovision: Der Salar ist lebendig und Teil der Pachamama. Es besteht ein Zusammenhang zwischen seinem Reichtum und all den verschwundenen Personen und Todesopfern: Der Salar isst oder holt sich Menschen, weil er reich an Mineralien ist. In diesen Erklärungen über Eigenschaften des Salar werden Aspekte jenes spezifischen Wissens in lokales Erfahrungswissen integriert, das nationale sowie internationale WissenschaftlerInnen, PlanerInnen und PolitikerInnen insbesondere der regionalen und nationalen Ebene und – vor allem ausländische – Unternehmen über den Salar generieren und zum Teil medial verbreiten.

Lithium wird in seinem sozialen Leben entlang der Wertschöpfungskette von unterschiedlichen Arten des Wissens begleitet. Der für den technologischen Wandel im globalen Norden benötigte Stoff konstituiert den Salar als Ort des Ressourcenvorkommens, an dem wiederum unterschiedliche Arten des Wissens ineinandergreifen. Durch dieses Zusammenspiel auf der lokalen Ebene wird der Eingang des Stoffs in die globale Sphäre erleichtert, sind doch beispielsweise WissenschaftlerInnen, die Explorationsbohrungen zur Erkundung der Mineralienkonzentrationen des Salar durchführen, auf die Hilfe von lokalen FahrerInnen angewiesen. Denn wissenschaftliches Wissen über die in den Tiefen des Salar verborgenen Reichtümer befähigt nicht dazu, sich kundig auf dessen Oberfläche zu bewegen. Mit zunehmender Distanz vom Salar geht das Wissen der BewohnerInnen der Region verloren. In den Forschungs- und Technologiezentren, in denen ausgehend von Lithium eine Zukunft der postfos-

Ein Stoff macht Zukunft: Lithium am Salar de Uyuni, Bolivien

silien Mobilität konstruiert wird, steht der Salar de Uyuni lediglich für natürliche Rohstoffe und insbesondere für Lithium.

Eine andere Zukunft mit Lithium

Die BewohnerInnen der Region nehmen den Salar auch als ein Ort wahr, der Einnahmen aus dem Tourismus ermöglicht. Vor allem das am Südostufer gelegene Städtchen Uyuni profitiert wirtschaftlich von den zahlreichen, internationalen KonsumentInnen spektakulärer Natur, die von hier zu Jeep-Touren durch die Region aufbrechen. In das Dorf am Nordufer des Salar, der national und international als Salar de Uyuni bekannt ist, gelangen jedoch kaum TouristInnen. Deshalb knüpfen viele Gemeindemitglieder Hoffnungen auf eine bessere Zukunft an das Lithium-Vorkommen in dem Salzsee, der hier als Salar de Tunupa bezeichnet wird. Tunupa ist der Name eines Vulkans, der am nördlichen Ufer des Salar thront (s. Abb. 1).

Die Nennung des Namens Salar de Tunupa verweist auf schwelende territoriale Konflikte über die Zugehörigkeit des Salars zu den drei ihn umgebenden Provinzen Daniel Quijarro, Daniel Campos und Nor Lípez: Gesetze aus den Jahren 1949 beziehungsweise 1961 schreiben das Territorium des Salar vollständig der Provinz Daniel Campos – in der sowohl das besuchte Dorf als auch der Vulkan Tunupa liegen – zu. Die Stadt Uyuni dagegen gehört der Provinz Daniel Quijarro an, die keinen Anteil an dem Salzsee hat. Die Pilotanlage Llipi wiederum befindet sich nach offiziellen Angaben in der Provinz Nor Lípez. Im performativen Sprechakt der Nennung des Namens Salar de Tunupa wird die rechtmäßige Zugehörigkeit des

Territoriums des Salzsees zur Provinz Daniel Campos evoziert und reklamiert, um mit dem Salar verbundene Bedeutungen zu re-definieren sowie die qua Praktiken der wirtschaftlichen Nutzung entstandenen und sich herausbildenden Machtverhältnisse und ökonomischen Verhältnisse am Salar zu re-konfigurieren.

Der Salar droht nicht nur im Kontext der touristischen Nutzung, sondern auch im Hinblick auf mögliche Gewinne aus dem Lithium-Abbau der Provinz Daniel Campos zu entgleiten. Politische VertreterInnen der Gemeinde befürchten, dass die zukünftige Verteilung der Einnahmen aus dem Lithium-Abbau zu Ungunsten der Provinz Daniel Campos erfolgen könnte, da die Pilotanlage als der Provinz Nor Lípez zugehörig gilt. Darüber hinaus ist der Salar seit 1974 *reserva fiscal*, ein Status, der die Mineralienreserven als strategisch definiert. Ihre Verwaltung, Gewinnung, Verarbeitung und Vermarktung obliegt damit de facto dem Staat. Mineralien – wie Lithium – werden zudem in der neuen Verfassung aus dem Jahr 2009 als natürliche Ressourcen festgeschrieben, die strategischen Charakter haben und von öffentlichem Interesse sind. Sie sind deshalb Eigentum des bolivianischen Volkes und es ist Aufgabe des Staates, sie dem kollektiven Interesse folgend zu verwalten.

Um nun ebenfalls von der lange als wertlos – weil landwirtschaftlich nicht nutzbar – wahrgenommenen Salzfläche in ihrer Provinz zu profitieren, planen unterschiedliche Akteure in der Gemeinde die Gründung einer Lithium-Universität. Der Stoff verändert die Bedeutung des Salar und weist durch seine Lage im Raum neue Wege in die Zukunft auf. Diese kulturelle Konstruktion von einer Zukunft mit Lithium ist „das Andere“ zur Gegenwart und speist sich auch aus der Vergangenheit und

Ein Stoff macht Zukunft: Lithium am Salar de Uyuni, Bolivien

Gegenwart des Ortes: Die Gemeindemitglieder knüpfen mit der Vorstellung von einer Lithium-Universität an die lokale Geschichte an, um sie für die Zukunft fortzuschreiben. DorfbewohnerInnen hatten im Jahr 1937 die erste Schule im Ort gegründet – unter anderem mit dem Ziel, Alternativen zur Migration nach Chile zu bieten. Im Jahr 1961 gelang es dann, ohne finanzielle und technische Hilfe durch den Staat eine Schule für die Ausbildung von LehrerInnen zu gründen. Beide Schulen bestehen bis heute fort und geben ein lebendiges Beispiel für die Wirkmächtigkeit lokaler Initiativen und lokalen Handelns. Auch gegenwärtig bestimmen kulturelle Werte wie Bildung, Vorsorge für zukünftige Generationen und Patriotismus die Herstellung der lokalen Zukunft. Das Projekt der Lithium-Universität adressiert die als Problem wahrgenommene, intranationale Land-Stadt-Migration junger Menschen, indem es Möglichkeiten für einen höheren Bildungsabschluss und höher qualifizierte Arbeiten vor Ort schaffen soll. Aufgabe der auf höchstem wissenschaftlichem Niveau ausgebildeten Fachkräfte soll es dann sein, die chemische Industrie weiterzuentwickeln und die Forschung voranzutreiben, sodass schließlich ein Entwicklungszentrum entsteht, das in den gesamten Südwesten Boliviens ausstrahlt. „Entwicklung“ (span.: desarrollo) ist das Ziel, das die InitiatorInnen des Projekts mittels einer Lithium-Universität und akademischer Bildung anstreben. Von Seiten des Gründungskomitees der Universität wird „Entwicklung“ als Befreiung aus ökonomischer, politischer, sozialer und kultureller Ungleichheit definiert, wobei Bildung, individueller Wohlstand und eine prosperierende Ökonomie priorisiert werden.

Das soziale Leben von Lithium

Lithium führt ein soziales Leben in Zeit und Raum, indem Menschen lokal und kulturell unterschiedliche Zukünfte mit Lithium machen. Der Stoff steht zum Beispiel in Deutschland vor allem für einen technologischen Wandel in ein postfossiles Zeitalter und für eine Fortschreibung des Status quo – nicht nur trotz sondern gerade auch mittels einer Veränderung der Energiebasis. In Bolivien dagegen will man mit Lithium die Geschichte des Extraktivismus – im Sinn von Rohstoff-Export – überwinden, die das Land seit der Kolonialzeit prägt. Unterschiedliche Zukünfte mit Lithium sind somit nicht allein durch die geografische Lage der natürlichen Ressource im Raum, sondern auch zeitlich bedingt. Die Vergangenheit, die Deutschland und Bolivien sozio-ökonomisch sowie politisch unterschiedlich positioniert, beeinflusst die Herstellung von Zukünften durch und mit Lithium. Diese treffen am Salar de Uyuni (Tunupa) in Form von unterschiedlichen Perspektiven und Interessen an Lithium aufeinander – ein Zusammenspiel, das es im weiteren Projektverlauf vor Ort zu erforschen gilt.

Publikation

- Vogel, K. (im Druck) Ein Stoff macht Zukunft: Zum sozialen Leben von Lithium am Salar de Uyuni, Bolivien, in: Exner, A./Held, M./Kümmerer, K. (Hg.), *Kritische Rohstoffe in der Großen Transformation: Metalle, Stoffstrompolitik und Postwachstum*, Heidelberg: Springer.



WISSENSVERMITTLUNG UND ANWENDUNG

- 68 Disziplinübergreifende Lehrveranstaltungen
- 71 Management von Nachhaltigkeit und CSR
- 74 Arbeitskreis Nachhaltigkeit
- 77 WZU-Kolloquium Mittagstisch
- 79 Klimakommunikation
- 81 Grüne Lern- und Arbeitsinseln
- 84 Stoffgeschichten

Disziplinübergreifende Lehrveranstaltungen

PROJEKTTEAM

- Thomas Cyris
thomas.cyris@zv.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 4963
- Prof. Dr. Marita Krauss
marita.krauss@phil.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 5643
- Ariane Lubberger
ariane.lubberger@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3575
- Dr. Luitgard Marschall
luitgard.marschall@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3566
- Dr. Simon Meißner
meissner@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3562
- Prof. Dr. Armin Reller
armin.reller@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3000
- Dr. Claudia Schmidt
schmidt@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3575
- Dr. Jens Soentgen
soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560
- Dr. Katrin Vogel
katrin.vogel@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3490

PROJEKTPARTNER

- Bayerisches Landesamt für Umwelt,
Dr. Katharina Stroh
- Institut für Geographie,
Prof. Dr. Jucundus Jacobeit
- Projekt „Bildung durch Verantwortung“ Universität Augsburg, Hanno Langfelder, Thomas Sporer
- Stadt Augsburg, Agendabüro, Dr. Norbert Stamm
- Werkstatt Solidarische Welt e.V./Weltladen Augsburg, Ute Michallik
- Zentralverwaltung der Universität Augsburg, Thomas Stempfle, Henry Plandowski, Nikolaus Krauß (Sportzentrum) sowie die Mitarbeiter des Beschaffungswesens (Abteilung III)

Worum geht es?

Nachhaltiges Denken und Handeln zu lehren und zu vermitteln ist die Aufgabe der universitären Lehre des Lehrstuhls für Ressourcenstrategie und des WZU. Dies geschieht – wie es Themen der Ressourcenstrategie und der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung erfordern – in disziplinübergreifenden Lehrveranstaltungen, das heißt im Austausch zwischen Geographie, Erziehungswissenschaft, Sozialwissenschaftlicher Konfliktforschung, Ethnologie, Materialwissenschaft, Wirtschaft, Jura und Umweltethik.

Universitäre Lehre

Das Verständnis komplexer globaler Zusammenhänge, die Kommunikation zwischen Fachdisziplinen und das

Disziplinübergreifende Lehrveranstaltungen

Nachdenken über theoretische und praktische Lösungswege sowie Strategien für aktuelle Problemfelder sind zentrale Inhalte in den Vorlesungen und Seminaren, die im vergangenen Jahr angeboten wurden. Als Grundlage hat sich hierbei das im Jahr 2013 erschienene Lehrbuch „Ressourcenstrategien“ etabliert.

Auch das inneruniversitäre Netzwerk zur Durchführung der Veranstaltungen hat sich gefestigt und erweitert. Die Qualität der Lehre wird so kontinuierlich verbessert und es können weiterhin interessante Themen und Inhalte für die Studierenden angeboten werden.

Zum Beispiel brachte eine wiederholte Kooperation mit dem Projekt „Bildung durch Verantwortung“ zum Schwerpunkt „Social Entrepreneurship“ erfolgreiche Ergebnisse hervor und die Zusammenarbeit mit einigen Abteilungen der Universitätsverwaltung zielte auf die Erfassung von ersten Hinweisen auf Ressourcenströme innerhalb der Universität.

Fortgesetzt wurde die in Kooperation mit dem LfU ausgerichtete Vortragsreihe „Umweltschutz heute“. Die Vorträge im Sommersemester 2014 beschäftigten sich mit „Natur, Landschaft, Mensch“ und boten einen Überblick über zentrale Naturschutz-Themen genauso wie Einblicke in planerische Aspekte und in die Umweltbewertung. Im Wintersemester 2014/15 geht es um „Ressourcenschutz“.

Darüber hinaus konnten weitere externe Kooperationspartner gewonnen werden, welche die Arbeit mit ihrer Expertise unterstützen und den Studierenden eine praktische Plattform bieten, um theoretische Grundlagen testen zu können. Mit der Werkstatt solidarische Welt e.V./Weltladen Augsburg etwa wurde eine Zusammenarbeit erreicht, im Rahmen derer ein Leitfaden zur Durchfüh-

rung einer Fairtrade-Stadtrallye für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I erstellt wurde.

In jenen Seminaren, in denen ein direktes praktisches Tätigwerden nicht möglich ist, ist der disziplinübergreifende Austausch eine Herausforderung. Es werden explizit Themen bearbeitet, für die sowohl der natur- als auch der geistes- beziehungsweise sozialwissenschaftliche Blick notwendig ist. Dabei setzen sich die Studierenden im Rahmen der Humanökologie beispielsweise mit der Frage nach dem Verhältnis des Menschen zu seinem Körper oder der Frage nach Auswirkungen von Bauen und Wohnen auseinander und lernen, auf einer komplexen Erkenntnisgrundlage Blicke in die Zukunft zu wagen und eigene Beurteilungen zu erarbeiten.

Qualifizierungsarbeiten

Im Rahmen der Lehrveranstaltungen wurde eine Vielzahl von Qualifizierungsarbeiten mit interdisziplinären Herangehensweisen und Themen erarbeitet. Dazu zählen folgende Masterarbeiten:

- Citizen Science – A. Lubberger
- Kosmetik und Ethik – J. Grimm
- An Exploration Of Sustainable Development In Engineering Education: Effective Implementations Of Alternative Pedagogies To Teach Key Competencies – C. Ballert
- Die Nutzung indigenen Wissens in der Pharmazie – Wert, Wertschätzung und Gerechtigkeit – N. Haenle

Disziplinübergreifende Lehrveranstaltungen

Lehrveranstaltungen

Folgende Veranstaltungen wurden angeboten:

Wintersemester 2013/2014

Seminar:

- „Konzepte für nachhaltiges Handeln“

Vorlesung:

- „Ressourcenstrategie – Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“
- „Umweltschutz heute, Teil 2, Energie und Ökologie“

Sommersemester 2014

Seminare:

- „Stoffgeschichten“
- „Humanökologie“
- „Nachhaltiges Handeln“
- „Einführung in die politische Ökologie“

Vorlesung:

- „Umweltschutz heute, Teil 3, Natur, Landschaft, Mensch“
-

Wintersemester 2014/2015

Seminar:

- „Konzepte für nachhaltiges Handeln“

Vorlesung:

- „Ressourcenstrategie – Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“
- „Umweltschutz heute, Teil 4, Schutz der natürlichen Ressourcen“

Publikationen

- Reller, A./Holdinghausen, H. (2014) *Der geschenkte Planet. Nach dem Öl beginnt die Zukunft*, Frankfurt am Main: Westend Verlag.
- Reller, A./Marschall, L./Meißner, S./Schmidt, C. (Hg.) (2013) *Ressourcenstrategien: Eine Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Schmidt, C./Marschall, L./Reller, A. (2014) Mit Stoffgeschichten Kreisläufen und Zusammenhängen auf der Spur, *Praxis Geographie* (4), S. 24–28.



Die seit Jahren etablierte Ringvorlesung „Umweltschutz heute“ im Bayerischen Landesamt für Umwelt erörtert aktuelle Umweltthemen.

Management von Nachhaltigkeit und Corporate Social Responsibility

PROJEKTLEITUNG

- Prof. Dr. Dr. Bernd Wagner, Scientific Director
wagner@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3948, home office 08253 7000

PROJEKTPARTNER

- ECO – Cleaner Production Program World Bank Group, IFC – International Finance Corporation
- GCP – The Global Canopy Foundation, Oxford, UK, im Auftrag von UNEP-FI
- GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, Eschborn
- imu augsburg GmbH & Co. KG, Augsburg
- METI – Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry
- Prof. Dr. Michiyasu Nakajima, Kansai University, Osaka, Japan
- PROLiGNIS Energie Consulting & Co. KG, Erneuerbare Energien, Ingolstadt
- Prof. Dr. Mario Schmidt, Hochschule Pforzheim
- Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V. (VfU)

Nachhaltigkeit in Unternehmen

Wie können Unternehmen ihren Bestand und ihren Erfolg dauerhaft durch mehr ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit sichern? Die hier beispielhaft vorgestellten Projekte folgen dieser Frage im Hinblick auf produzierende Unternehmen, aber auch im Hinblick auf Dienstleister wie Unternehmen der Finanzwirtschaft, die ihrerseits einen starken Einfluss auf die Nachhaltigkeit der finanzierten Produktionsunternehmen haben können.

Ein wesentlicher interner Ansatzpunkt, um Nachhaltigkeit in Unternehmen voranzubringen, ist die an Nachhaltigkeitskriterien orientierte Analyse und das Management der Material- und Energieflüsse, zunächst unternehmensintern, dann aber auch entlang des Lebensweges. Unter diesem unternehmensinternen Aspekt haben sich neben deutschen Kooperationen (BMBF, BMU, DBU) auch Kooperationen mit verschiedenen japanischen Unternehmen und mit dem japanischen Wirtschaftsministerium (METI) ergeben.

Weil Unternehmen besonders sensibel auf externe Signale seitens des Kapitalmarktes reagieren, entwickeln Investoren, Kreditgeber, Versicherungen und Ratingagenturen derzeit Instrumente der Analyse von Risiken und Chancen der Nachhaltigkeit von Finanztransaktionen. Dieser externe Ansatzpunkt, der in der Entwicklung eines diesbezüglichen Instrumentariums besteht, ist Gegenstand von Kooperationen mit Partnern wie VfU, GIZ oder GCP.

Management von Nachhaltigkeit und Corporate Social Responsibility

Reduktion von Personalkosten oder Reduktion von Kosten durch Müll?

Mit dem Ziel, die Ressourceneffizienz vor allem durch effizientere Produktionsverfahren und durch Abfallvermeidung zu steigern, wurden in einem Kooperationsprojekt mit der Weltbank Group acht Unternehmen in der Türkei, in Serbien, Weißrussland sowie Russland beraten und evaluiert.

Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass das bisherige Rechnungswesen und Controlling die „vollen“ Kosten der betrieblichen Materialflüsse nicht transparent macht. Häufig werden die Kosten für Abfall unterschätzt: Sie liegen bis zu hundert Mal höher als in den Berichterstattungen angenommen. In der Praxis konzentrieren sich Bemühungen um Kosteneinsparungen deshalb vorrangig auf die Reduktion der wesentlich transparenter berichteten Personalkosten – obwohl Materialkosten beziehungsweise die vollen Kosten der Materialflüsse in der Regel ein Vielfaches der Personalkosten ausmachen.

Die Projektergebnisse zeigen, dass in einer genaueren Analyse und Steuerung der betrieblichen Material- und Energieflüsse erhebliche Optimierungspotentiale ruhen. Durch die Einsparung von Materialkosten und durch höhere Materialeffizienz können die betriebswirtschaftlichen Kosten reduziert werden. Gleichzeitig werden Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung gesenkt. Deutlich wird auch, dass es für viele Unternehmen wesentlich interessanter sein kann, sich unter Wettbewerbsdruck auf die Reduktion von Materialkosten zu konzentrieren, anstatt – wie weltweit üblich – Personalkosten durch Entlassungen abzubauen.

Nachhaltigkeits- und Umweltmanagement in Finanzinstituten

Der VfU, der Verein für Umweltmanagement und Nachhaltigkeit in Finanzinstituten e.V. (www.vfu.de), dessen Vorsitz Prof. Dr. Bernd Wagner inne hat, hat das Ziel, die Mitglieder dabei zu unterstützen, den eigenen internen Geschäftsbetrieb nachhaltiger zu gestalten, z.B. durch Energieeinsparungen oder umweltfreundlicheren Dienstreiseverkehr. Durch nachhaltigkeitsorientierte Finanzprodukte sollen darüber hinaus Impulse seitens des Kapitalmarkts auf eine nachhaltige Unternehmenspolitik von Industriebetrieben gesetzt werden. Zur Realisierung dieser Ziele haben VfU-Mitglieder bereits mit dem WZU kooperiert.

Im Berichtsjahr fand der jährliche Roundtable des VfU unter dem Motto „License To Operate – Nachhaltigkeit der Finanzbranche: Zwischen Chance und Verpflichtung“ statt (Frankfurt/Main, 19.11.– 20.11.2014).

Nachhaltigkeit im Internetauftritt von Erneuerbaren Energien

In diesem Projekt wurde geprüft, wie 193 Unternehmen des Sektors Erneuerbare Energien ihre Nachhaltigkeit im Internetauftritt darstellen.

Die Ergebnisse des im Berichtsjahr abgeschlossenen Projekts zeigen, dass Unternehmen äußerst zurückhaltend über die Nachhaltigkeit ihrer jeweiligen Energieformen berichten. Dies gilt sowohl für Hersteller als auch für Betreiber und für alle Sparten.

Deutlich am besten schneidet noch die Sparte Wasserkraft mit 45% der nach gängigen internationalen Be-

Management von Nachhaltigkeit und Corporate Social Responsibility

richtsstandards erreichbaren Punktzahl ab, deutlich am schlechtesten der Biogassektor mit 15% (s. Abb. 1). Im Mittelfeld eng beieinander liegen die Sparten Photovoltaik, Biomasse, Geothermie, Wind und Solar bei einem Branchendurchschnitt von 28%.

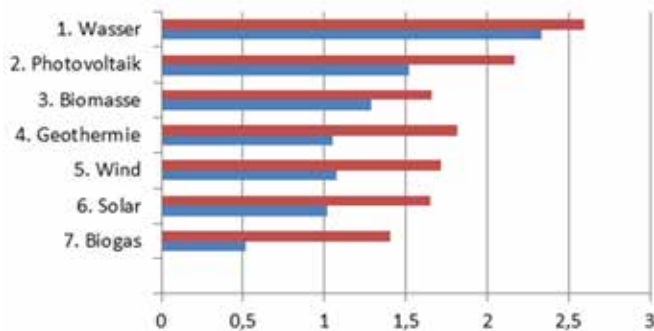


Abb. 1: Vergleich der Sektoren Erneuerbarer Energien über Berichterstattung (rot: Vorhandensein, Zugänglichkeit, Struktur, Qualität einer Nachhaltigkeitsberichterstattung) und Nachhaltigkeitsmanagement (blau: Vorhandensein und Darstellung von Nachhaltigkeitsmanagementsystemen) (max. Punktzahl 5)

Publikationen

- Wagner, B. (2014) Spielräume für sozial verantwortliches Investment – eine Hinführung, in: Wendt, K. (Hg.), *CSR und Investment Banking, Investment und Banking zwischen Krise und Positive Impact*, Berlin: Springer.

Arbeitskreis Nachhaltigkeit

PROJEKTTEAM

- Thomas Cyris
thomas.cyris@zv.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 4963
- Dr. Simon Meißner
meissner@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3562
- Dr. Claudia Schmidt
schmidt@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3575
- Prof. Dr. Armin Reller
armin.reller@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3000
- Dr. Jens Soentgen
soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560

PROJEKT BETEILIGTE/WEITERE MITGLIEDER DES ARBEITSKREISES

- Franziska Bauer
Franziska.bauer@phil.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 5605
- Joshena Dießenbacher
joshena.diessenbacher@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3034
- Renate Diessenbacher
renate.diessenbacher@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3001
- Michael Hilgers
michael.hilgers@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3564

- Ariane Lubberger
ariane.lubberger@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3575

FREIE MITARBEIT DES ALLGEMEINEN STUDIERENDENAUSSCHUSSES (ASTA)

- Seraja Bock
umwelt@asta.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 5168
- Ann-Kathrin Rau
umwelt@asta.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 5168

BETEILIGTE STUDIERENDE

- Erik Petersen (Fachschaft Geographie)

HOMEPAGE

- www.uni-augsburg.de/ak/nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit an der Uni Augsburg

Der im Jahr 2012 gegründete Arbeitskreis Nachhaltigkeit hat zum Ziel, nachhaltige Inhalte und Prozesse an der Universität Augsburg zu vermitteln und durch Projekte zu fördern. Dies bezieht sich insbesondere auf Abläufe und Strukturen in der Administration und Verwaltung, jedoch auch auf die Motivation der Beschäftigten und Studierenden.

Um Nachhaltigkeit in Forschung und Lehre vermitteln zu können, bedarf es der Implementation zukunfts-fähigen Denken und Handelns auf dem eigenen Campus. Dies möchte der Arbeitskreis unterstützen.

Arbeitskreis Nachhaltigkeit

Projekte des Arbeitskreises

Der Weg für den Arbeitskreis, Nachhaltigkeit langfristig umzusetzen, ist es, sich anhand von Schwerpunktthemen durch Projekte zu engagieren. Diese Schwerpunkte beziehen sich auf umfassende Bereiche wie Strom und Abfall, jedoch auch auf versteckte Themen, wie die Beschaffung von Büromaterialien oder das Verhalten der sich am Campus aufhaltenden Menschen. Die Mitglieder des Arbeitskreises haben im vergangenen Jahr diese Schwerpunkte festgesetzt und eine personelle Zuordnung vorgenommen, welche die parallele Durchführung mehrere Projekte ermöglicht. Mit dieser Vorgehensweise können Aktivitäten für unterschiedliche Zielgruppen und verschiedene Prozesse kontinuierlich weiter ausgebaut werden.

Wie im Vorjahr engagiert sich der Arbeitskreis auf mehreren Ebenen: Zum einen uniintern mit Projekten, welche nachhaltige Prozesse in Administration, Gebäude und Beschäftigtenebene anstoßen sollen, zum anderen mit Aktivitäten, welche in Zusammenarbeit mit Studierenden (Seminar „Nachhaltiges Handeln“) durchgeführt werden:

- Festsetzung der weiteren Ziele des Arbeitskreises mit Themenschwerpunkten sowie Aufgabenverteilung im Team.
- Vorbereitung einer neuen Ökoproofit-Runde (2014/2015), in welcher das Rechenzentrum der Universität zertifiziert werden soll.
- Entwicklung einer neuen Kommunikation über den Arbeitskreis, beispielsweise über die Neugestaltung der Facebookseite „Greenguide Augsburg“.
- Seminar „Nachhaltiges Handeln“
- Aktion „Stadtradeln – Augsburg radelt für ein gutes Klima“. Wie im Vorjahr hat die Stadt Augsburg an der deutschlandweiten Aktion teilgenommen und wurde durch ein eigenes Team der Universität unterstützt. Die Stadt Augsburg legte mit 2.510 RadlerInnen insgesamt 506.346 km zurück und vermied dadurch 72.913,8 kg CO₂. Der Beitrag der Uni Augsburg beträgt hierbei 27.852 km und einer CO₂-Einsparung von 4.010,6 kg – das Team belegte damit in Augsburg wie im Vorjahr den zweiten Platz (nach dem Team Augsburgs Radler).
- Projektgruppe „Lerninseln“ – hier wurden erste Ideen und Umsetzungsmöglichkeiten für neue Ruhe- oder Lernzonen auf dem Universitätscampus entwickelt, die von Studierenden und MitarbeiterInnen genutzt werden können.
- Projektgruppe „Stoffströme“ – eine erste Analyse der wichtigsten Ressourcen- und Stoffströme (Wasser, Strom, Abfall, Papier etc.) auf dem Campus soll einen Überblick verschaffen sowie Hinweise darauf geben, wo ein nachhaltigerer Umgang mit Ressourcen, Materialien und Energie möglich ist.
- Projektgruppe „Social Entrepreneurship“ – wie im Vorjahr wurden in Kooperation mit dem Projekt „Bildung durch Verantwortung“ der Universität Augsburg im Rahmen des Seminars „Social Entrepreneurship“ nachhaltige Geschäftsideen entwickelt und präsentiert.
- Projektgruppe „Fairtrade-Stadtrallye“ – in Kooperation mit dem Weltladen Augsburg wurden für SchülerInnen (Grundschule/Hort) Lehrmaterialien für eine Fairtrade-Stadtrallye durch Augsburgs Innenstadt entwickelt und im Praxistest mit mehreren Schulklassen erprobt. Die Materialien können nun beim Weltladen ausgeliehen werden.

Arbeitskreis Nachhaltigkeit

- Projekt „Selbstversuch“ – sich nachhaltig zu verhalten fängt im individuellen Alltag an. Der Selbstversuch hatte das Ziel, sich dieser Aufgabe während des Sommersemesters bewusst zu stellen und darüber zu berichten.

Zur Durchführung der Projekte war wieder die Zusammenarbeit mit der Zentralverwaltung der Universität Augsburg sehr hilfreich. Der Arbeitskreis möchte sich bei allen unterstützenden Kontaktpersonen, aber besonders bei Thomas Stempfle, Henry Plandowski, Nikolaus Krauß (Sportzentrum) sowie den Mitarbeitern des Beschaffungswesens (Abteilung III) für die freundliche Kooperation bedanken.



Flyer und Plakat für das Radel-Team der Uni Augsburg wurden von Studierenden im Rahmen des Seminars „Nachhaltiges Handeln“ entworfen.

Quelle: Ingo Heinle/David Köhler/Selina Thanheiser/Johannes Zobel

WZU-Kolloquium Mittagstisch

PROJEKTTEAM

- Dr. Katrin Vogel
katrin.vogel@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3490
- Dr. Jens Soentgen
soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560

Jour fixe für interdisziplinären Austausch

Das Kolloquium „Mittagstisch“ wurde zum Sommersemester 2014 ins Leben gerufen, um WZU-Mitgliedern einmal monatlich die Möglichkeit zu bieten, sich zu treffen und sich mit externen WissenschaftlerInnen auszutauschen.

Der „Mittagstisch“ findet an jedem ersten Dienstag im Monat während der Vorlesungszeit statt und beginnt um zwölf Uhr mit einem Imbiss im Foyer des WZU. Anschließend folgt die Einführung der Referentin beziehungsweise des Referenten durch ein WZU-Mitglied. Bei den Vortragenden handelt es sich um – meist externe – WissenschaftlerInnen, die zu Themen mit Umweltbezug forschen und arbeiten. Nach einem etwa 45-minütigen Vortrag gibt es Zeit für eine ausführliche Diskussion. Die Veranstaltung endet vor 14 Uhr und ist auch offen für interessierte MitarbeiterInnen und Studierende der Universität Augsburg.

Das Programm

Den Auftakt der neuen Veranstaltungsreihe am WZU bildete im Sommersemester 2014 eine Vernissage, bei der Dr. Aladin Ullrich (Experimentalphysik II, Uni Augsburg) das von ihm kreierte, interaktive Periodensystem vorstellte. Es zeigt die Elemente in ihrer konkreten Form und Erscheinung. Dem WZU als Dauerleihgabe zu Verfügung gestellt, ist das interaktive Periodensystem im Foyer des WZU zu sehen (s. Abb. 1).

Das aus dem Lech-Projekt hervorgegangene Buch „Der gezähmte Lech: Fluss der Extreme“ wurde den BesucherInnen des Kolloquiums durch Prof. Dr. Marita Krauss (Bayerische und Schwäbische Landesgeschichte, Uni Augsburg) präsentiert. Prof. Dr. Eveline Dürr (Institut für Ethnologie, LMU) wurde durch die Präsidentin Prof. Dr. Sabine Doering-Manteuffel eingeführt und berichtete aus ethnologischer Perspektive über „Ambivalenzen des Abfalls: Schmutz, Armut und urbane Inszenierung“ in Mexiko. Prof. Dr. Helmut Breitmeier von der Justus-Liebig-Universität Gießen thematisierte Umweltkonflikte aus politikwissenschaftlicher Perspektive (Einführung durch Prof. Dr. Chrisoph Weller).

Für die Bandbreite der im WZU-Netzwerk vertretenen Disziplinen stand das Programm im Wintersemester 2014/2015. Andreas Manhart, Senior Researcher am Öko-Institut Freiburg berichtete über Elektroschrott in Afrika (Einführung durch Dr. Volker Zepf, Lehrstuhl Ressourcenstrategie). Roberto Espositos Begriff der Immunität wurde von dem Amerikanisten Dr. Johannes Bergthaller, Gastprofessor an der Uni Würzburg, vorgestellt (Einführung durch Prof. Dr. Hubert Zapf, Lehrstuhl Amerikanistik). Über Postwachstumsökonomien als Thema umweltorientierter Wirtschaftsgeographie sprach Prof.

WZU-Kolloquium Mittagstisch

Dr. Christian Schulz von der Université du Luxembourg
(Einführung durch Prof. Dr. Thomas Schmitt, Lehrstuhl
Humangeographie).



Abb. 1: Dr. Aladin Ullrichs Periodensystem, das seit 2014 im WZU ausgestellt wird, enthält nicht nur fast jedes Element, sondern verfügt auch über eine raffinierte Beleuchtung. Die Edelgase Helium, Neon, Argon, Krypton und Xenon sowie Wasserstoff und Stickstoff werden in speziell angefertigten Entladungsröhren zum Leuchten gebracht.

Klimakommunikation

PROJEKTTEAM

- Prof. Dr. Helena Bilandzic
helen.bilandzic@phil.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 5906
- Anja Kalch
anja.kalch@phil.uni-augsburg.de
Tel.: 0 821 598 5934
- Dr. Jens Soentgen
soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560
- Julia Fendt
julia.fendt@phil.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3561

Zielsetzung und Methoden

Obwohl der wissenschaftliche Konsens, dass der Mensch durch die Emission von sogenannten Treibhausgasen wie CO₂ oder N₂O zur Globalen Erwärmung maßgeblich beiträgt, auch im 6. Sachstandsbericht des IPCC erneut bestätigt wurde, ist Klimaskepsis ein in Europa und Amerika weitverbreitetes Phänomen. Aber wie artikuliert sie sich? Wie argumentieren Klimaskeptiker? Welche ihrer Argumente sind besonders wirksam? In mehreren kooperativen Lehrforschungsprojekten wurden von Helena Bilandzic und Jens Soentgen zum einen klimaskeptische Argumente untersucht, zum anderen seit dem WS 2011/2012 Faktoren analysiert, die für die Bildung klimaskeptischer Einstellungen relevant sind. Zunächst wurden theoretische Grundlagen erarbeitet. Unter anderem wurde die Wirkung verschiedener indivi-

dueller (gesundheitsbezogener) und kollektiver (umweltbezogener) Rahmungen für Handlungsempfehlungen in Bezug auf umweltschonendes Verhalten mit empirischen Verfahren getestet.

Seit dem WS 2013/2014 erforscht Helena Bilandzic im Rahmen des vom Jacob Fugger Zentrum geförderten Projektes „Citizens' views on climate change and the role of a diverse media environment: Dynamic processes of media effects“ die Rolle von Medieneffekten auf die Beurteilung des Klimawandels.

Ergebnisse

In unserer Studie zu den Kommunikationsstrategien der KlimaskeptikerInnen wurden über 200 klimaskeptische Sachbücher in verschiedenen europäischen Sprachen identifiziert und beschafft, von diesen wurden 97 deutsch- und englischsprachige Sachbücher genauer analysiert und verglichen. Dies ermöglichte eine genauere Charakterisierung klimaskeptischer Akteure und insbesondere klimaskeptischer Argumentation: Klimaskeptische Argumentation spielt sich nach unseren Ergebnissen auf drei Ebenen ab, einer naturwissenschaftlichen, einer wissenschaftssoziologischen und einer politischen Ebene. Sie enthält ein wesentlich emotionales Element, indem sie zielstrebig ein Feindbild konstruiert: Den korrupten, an Geld und/oder Macht interessierten Klimaforscher, der die Öffentlichkeit bewusst täuscht. Ohne diese gezielte Emotionalisierung könnte Klimaskepsis kaum größere Resonanz erzielen. Die Rekonstruktion kann einerseits als Ausgangspunkt weitergehender Fragestellungen dienen, etwa zum Vergleich europäischer mit US-amerikanischen Argumenta-

Klimakommunikation

tionsstrategien. Sie kann aber auch für die argumentative Auseinandersetzung mit den KlimaskeptikerInnen nützlich sein, insofern sie Übersicht über die zu erwartenden klimaskeptischen Einwände gestattet und die Entwicklung von Gegenstrategien ermöglicht.

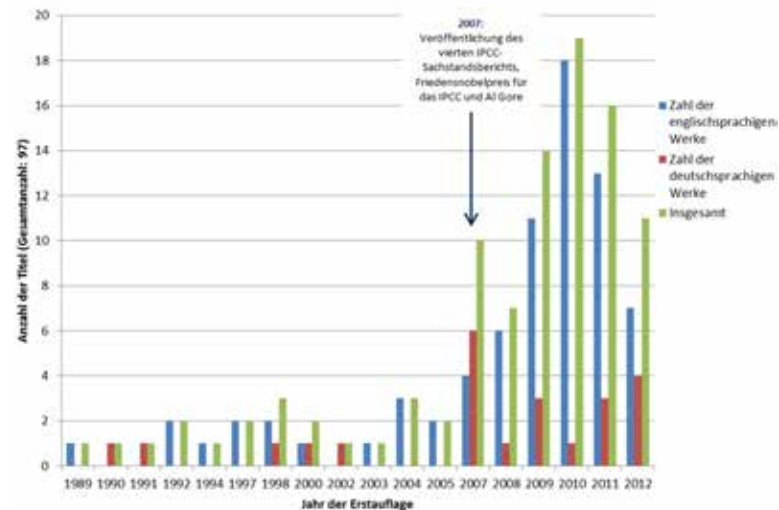
Die bisherigen Ergebnisse der Klimaskeptiker-Studie wurden 2014 publiziert und auf verschiedenen Foren mit KlimaforscherInnen diskutiert.

Zudem wurden Positionen zum Klimawandel und der Einfluss klimaskeptischer Kommunikation auf solche Positionen in mehreren empirischen Erhebungen in Augsburg im Rahmen von Lehrforschungsprojekten, die zwischen dem WS 2011/2012 und dem SS 2013 durchgeführt wurden, untersucht. Gegenwärtig werden die Daten mit Blick auf eine baldige Publikation ausgewertet.

Publikationen

- Bilandzic, H./Busselle, R. W. (2013) Narrative persuasion, in: Dillard, J.P./Shen, L. (Hg.), *The Sage handbook of persuasion. Developments in theory and practice*, Los Angeles, London: Sage, S. 200–219.
- Soentgen, J. (2014) CO2: Hot air: The science and politics of CO2, *Global Environment* 7, S. 134–171.
- Soentgen, J./Bilandzic, H. (2014) Die Struktur klimaskeptischer Argumente. Verschwörungstheorie als Wissenschaftskritik, *Gaia – Ökologische Perspektiven für Wissenschaft und Gesellschaft* 23(1), S. 40–47 (Open Access: www.oekom.de/fileadmin/zeitschriften/gaia_leseproben/GAIA_2014_S10_40_47_Soentgen.pdf).

Klimaskeptische Literatur nach Sprache und Erstauflage



Statistik der erfassten deutsch- und englischsprachigen klimaskeptischen Sachbücher pro Jahr.

Grüne Lern- und Arbeitsinseln: Lech-Magerrasen rund ums WZU

PROJEKTTEAM

- Dr. Maria Erhart
maria.erhart@physik.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 2915
- Eric Altmannshofer (Lehrer)
eric.altmannshofer@physik.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3283
- Kathrin Goller (Lehrerin)
kathrin.goller@physik.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3283
- Dr. Jens Soentgen
jens.soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560

PROJEKTPARTNER

- Landschaftspflegeverband e.V. Stadt Augsburg (LPV), Nicolaus Liebig, Norbert Pantel

Worum geht es?

Auf Initiative der Biologiedidaktik entstand auf einem etwa 400 Quadratmeter großen Gelände südlich des WZU-Gebäudes der Uni-Schulgarten, der im Herbst 2014 wieder reiche Früchte trug. Dank vielseitiger Unterstützung wurden so geeignete Bedingungen für das Planen und Erproben schulgärtnerischer Arbeit im Rahmen der Lehrerausbildung geschaffen. Angehende BiologielehrerInnen können nun auf vielfältig und kleinräumig gestalteten „Grünen Lern- und Arbeitsinseln“ Unterricht vor Ort erleben und dabei in erster Linie botanische, aber

auch zoologische und ökologische Inhalte erarbeiten. Innerhalb des Konzepts der „Grünen Lern- und Arbeitsinseln“ wurde zudem die Anlage eines Lechmagerrasens rund um das WZU vorbereitet, denn: „Auf staatlichen Flächen soll der Erhalt der biologischen Vielfalt in vorbildlicher Weise umgesetzt werden“, fordert die aktuelle Biodiversitätsstrategie der Bayerischen Staatsregierung. Die praktische Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen und deren Integration in die Ausbildung der Lehramtsstudierenden lassen deutlich werden, dass es beim Naturschutz nicht nur darum geht, bestimmte Flächen gewissermaßen einzuzäunen und von Einflüssen frei zu halten, sondern vielmehr darum, eine gewünschte Natur mit modernen Mitteln vor Ort aktiv zu schaffen und zu erhalten. Die technische, organisatorische und finanzielle Herausforderung praktischen Naturschutzes wird so erfahrbar, aber auch die Befriedigung, selbst zu einer vielfältigeren und bedeutungsvollen Natur vor Ort beizutragen.

Durchführung und Ergebnisse in 2014

Flussschotterheiden bildeten viele Jahrhunderte lang die natürlichen Ökosysteme an Lech und Wertach und waren darüber hinaus im ganzen südbayerischen Raum verbreitet. Sie zählen zu den artenreichsten Lebensräumen Mitteleuropas und gleichen einem Mosaik vielfältiger Standortbedingungen auf engem Raum. Gründe hierfür sind die flussmorphologisch bedingte Unterschiedlichkeit des Bodensubstrates (fließender Wechsel grobschottriger und feinschluffiger Standorte) sowie das stark bewegte Mikrorelief (hohe mikroklimatische Diversität, ausgeprägte Feuchtegradienten). Heute

Grüne Lern- und Arbeitsinseln



Erwünschte Verwilderung: Seltene Arten, wie der Grannen-Klappertopf haben sich am WZU wieder angesiedelt.

sind solche Flächen bis auf wenige berühmte Relikte (Königsbrunner Heide, Schießplatzheide, Dürrenastheide) verschwunden. Doch lassen sich solche Magerrasen mit ihrer vielfältigen Blütenpracht durch einfache Maßnahmen wieder zum Leben erwecken, wie es der Magerrasen am Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) direkt hinter den neuen Gebäuden des Studentenwerkes zeigt. Auf der als Ausgleichsmaßnahme und in Kooperation mit dem Landespflegeverband im Jahr 2012 angelegten Fläche wachsen heute bereits 133 Pflanzenarten, darunter viele sehr seltene Arten, z.B. die Siegwurz.

Auf den Flächen rund um das WZU wurden die Grundlagen für die Entstehung einer Lechheide im Sommersemester 2013 unter fachlicher Leitung von Nicolas

Liebig, Geschäftsführer des Landschaftspflegeverbandes der Stadt Augsburg und Spezialist für Anlage und Pflege von Magerrasenflächen, geschaffen. Dabei ging man wie einst am LfU vor: Zehn Zentimeter des vorhandenen Oberbodens wurden abgetragen und durch eine Kies-schicht ersetzt. Im Sommersemester 2014 wurde erneut von Studierenden, unter Leitung von Norbert Pantel, LPV, Mähgut von der Dürrenastheide eingebracht. In die Anlage und Pflege der Uni-Lechheide waren im Sommersemester 2014 insgesamt 15 Studierende der Biologiedidaktik einbezogen. Sie dürfen die Maßnahmen im Rahmen von Freilandexkursionen begleiten und selbst praktisch tätig werden. Zoologische und botanische Arten- und Formenkenntnisse können künftig auf dem Universitätsgelände erworben werden und das Prinzip sowie die Technik der Flächenrenaturierung sind für Studierende direkt zu erleben und zu verstehen.

Zugleich wurden 2014 vom LPV ausgewählte Heide-wildpflanzen, etwa die Küchenschelle, die zuvor in Gewächshäusern aus Samenmaterial gezogen wurden, ausgewildert. So entwickelt sich nach und nach die Uni-Lechheide und lässt bereits jetzt etliche botanische Spezialitäten sehen. Auch seltene Schmetterlinge, wie etwa der Idas-Bläuling, fanden sich besuchsweise erstmals ein. In der Biologiedidaktik wurden darüber hinaus zwei Masterarbeiten (Master of Education) über den Lechmagerrasen begonnen, die eine botanische Artenaufnahme (Herbar) sowie einen Blühkalender erarbeiten und das Thema historisch, biologisch und didaktisch erschließen werden.

Das Projekt leistet insgesamt einen wertvollen Beitrag zu einer zeitgemäßen Ausbildung von Lehramtskandidaten und -kandidatinnen, zur Umweltbildung sowie durch

Grüne Lern- und Arbeitsinseln

praktische Maßnahmen auch zur Biodiversitätsstrategie der bayerischen Staatsregierung. Es trägt dazu bei, den Campus der Universität Augsburg grüner, ökologisch vielfältiger und damit interessanter und ansprechender zu machen.

Publikation

- Liebig, N. (2011) Management von Flussschotterheiden in Augsburg. *BfN-Skripten*.

Stoffgeschichten

PROJEKTTEAM

- PD Dr. Stefan Böschen
stefan.boesch@kit.edu
Tel.: 0721 608 26280
- Dr. Luitgard Marschall
luitgard.marschall@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3566
- Dr. Simon Meißner
meissner@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3562
- Prof. Dr. Armin Reller
reller@physik.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3000
- Dr. Claudia Schmidt
claudia.schmidt@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3575
- Dr. Jens Soentgen
soentgen@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3560
- Dr. Katrin Vogel
katrin.vogel@wzu.uni-augsburg.de
Tel.: 0821 598 3490

PROJEKTPARTNER

- Jacob Radloff, Dr. Manuel Schneider,
Dr. Christoph Hirsch, oekom e.V.

LAUFZEIT

- Seit 04/2002

Worum geht es?

Unübersichtliche Stoffströme, verschlungene Produktionswege und eine internationale Arbeitsteilung bei der Güterherstellung machen es selbst Experten schwer, verbindliche Aussagen über den Lebensweg eines Produktes zu treffen. Für den Verbraucher erscheinen die Produktionszusammenhänge erst recht verwirrend und viel zu komplex, um zielgerichtete Entscheidungen im Sinne eines nachhaltigen Konsums zu treffen.

An diesem Punkt setzt das Konzept der „Stoffgeschichten“ an. Stoffgeschichten sind ein traditionsreiches Instrument chemie- und wirtschaftshistorischer Forschung, das am Wissenschaftszentrum Umwelt weiterentwickelt und mit zahlreichen Fallstudien konkretisiert wurde. Waren die traditionellen Stoffgeschichten vor allem Laborgeschichten, welche die verschiedenen Deutungen bestimmter Substanzen sowie die Geschichte der Herstellungsverfahren thematisierten, so untersuchen unsere globalen Stoffgeschichten die Wege der Stoffe jenseits der Labore und der Werktole.

Damit rücken politische Aspekte in den Fokus. Auch international lässt sich beobachten, dass Konfliktstoffe wie DDT, Cocain, Napalm oder Quecksilber vermehrt Gegenstand disziplinübergreifender Forschungsprojekte werden. In Ausstellungen (Staub 2005, CO2 2007, Stickstoff 2012) einer Buchreihe (Stoffgeschichten, oekom Verlag, München seit 2004) und der universitären Lehre haben wir unser Konzept erprobt sowie hochschul- und schulpädagogisch umgesetzt.

Stoffgeschichten zeichnen die großen Entwicklungslinien des Werdegangs von Stoffen nach und ermitteln die weltweiten Netzwerke menschlicher Interaktion, in die Stoffe eingebettet sind. In Form von Erzählungen

Stoffgeschichten

sollen sie Anregungen für einen nachhaltigeren Umgang mit Ressourcen liefern. Darüber hinaus vertiefen sie die Kenntnisse über unsere materielle Kultur und sensibilisieren für ökologische, politische und soziale Fragen. Das macht sie zu einem wertvollen Instrument der politischen Bildung und der Bildung für Nachhaltigkeit. Im Berichtsjahr wurden in noch unveröffentlichten Arbeiten von Claudia Schmidt, Armin Reller und Walter Schindler sowie Jens Soentgen die Grundlagen des Konzeptes der Stoffgeschichten vertieft. Auch wurden mit Studien zu Lithium, Stickstoff, Salpeter, Seltenen Erden, CO₂, Heroin etc. weitere Stoffgeschichten erarbeitet und in der Lehre eingesetzt. Die Stoffgeschichten überzeugten die Jury des ZEIT WISSEN Preises *Mut zur Nachhaltigkeit*. WZU-Vorstandssprecher Prof. Dr. Armin Reller wurde für seine stoffgeschichtlichen Arbeiten und als Mitherausgeber der Stoffgeschichten-Buchreihe für den ZEIT WISSEN Preis *Mut zur Nachhaltigkeit* 2015 nominiert. Wir drücken die Daumen!

Publikationen 2014

- Dießenbacher, J./Reller, A. (2014) Reichen die Ressourcen für unseren Lebensstil? Wie Ressourcenstrategie vom Stoffverbrauch zum Stoffgebrauch führt, in: Von Hauff, M. (Hg.), *Nachhaltige Entwicklung. Aus der Perspektive verschiedener Disziplinen*, Baden-Baden: Nomos, S. 91–118.
- Reller, A./Marschall, L./Meißner, S./Schmidt, C. (Hg.) (2013) *Ressourcenstrategien*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Reller, A./Holdinghausen, H. (2014) *Der geschenkte Planet*, Frankfurt/Main: Westend.
- Schmidt, C./Marschall, L./Reller, A. (2014) Mit Stoffgeschichten Kreisläufen und Zusammenhängen auf der Spur, *Praxis Geographie* (4). S. 24–28.
- Schmidt, C. (2014) Entscheidungen im Alltag. Stoffgeschichten und Kritikalitätsbewertungen, in: Müller, M. et al. (Hg.), *Nachhaltigkeit neu denken. Rio +X: Impulse für Bildung und Wissenschaft*, München: oekom, S. 167–172.
- Soentgen, J. (2014) 100 Jahre industrielle Ammoniaksynthese, *Chemie in unserer Zeit* 48(1), S. 72–75.
- Soentgen, J. (2014) Hot air: The science and politics of CO₂, *Global Environment* 7, S. 134–171.
- Soentgen, J. (2014) Atome und Bücher. Primo Levis Erzählung „Kohlenstoff“ und Hermann Römpps „Lebensgeschichte eines Kohlenstoffatoms“, *Arbeitsblätter für die Sachbuchforschung* 21.
- Soentgen, J. (2014) Volk ohne Stoff. Vom Mythos der Ressourcenknappheit, *Merkur, Deutsche Zeitschrift für europäisches Denken* 2, S. 182–186.
- Soentgen, J. (2014) Dissipation, in: Espahangizi, K./Orland, B. (Hg.), *Stoffe in Bewegung*, Zürich, S. 279–287.
- Soentgen, J. (2015) Heroin: Taming the drug and losing control, in: Bensaude-Vincent, B. et al. (Hg.), *Attractive Objects: The furniture of the Technoscientific World*, Pittsburgh: Pittsburgh University Press.
- Soentgen, J. (2015) Gummi und Blut, in: Hahn, H./Stockhammer, P. (Hg.), *Lost in Things – Fragen an die Welt des Materiellen, ihre Funktionen und Bedeutungen*, Münster: Waxmann Verlag.
- Vogel, K. (im Druck) Ein Stoff macht Zukunft: Zum sozialen Leben von Lithium am Salar de Uyuni, Bolivien, in: Exner, A. et al. (Hg.), *Kritische Rohstoffe in der Großen Transformation*.

Informationen zu der von Armin Reller und Jens Soentgen herausgegebenen Buchreihe Stoffgeschichten (oekom Verlag) finden sich unter: www.oekom.de/nc/buecher/buchreihen/stoffgeschichten.html



IM GESPRÄCH

mit **Claus Kumutat**,
Präsident des Bayerischen Landesamts für Umwelt, LfU



Im Gespräch mit Claus Kumutat, Präsident des LfU

WZU: *Wer hat Sie bei Ihrem Engagement für die Umwelt besonders geprägt?*

Claus Kumutat: Zuerst fällt mir meine Frau ein. Seit ich sie kenne, lebt sie sehr bewusst. Mit ihr habe ich die Berge erschlossen, die Pflanzenwelt kennengelernt und begonnen, darüber nachzudenken, was wir hier eigentlich tun: Wie gehen wir mit unserer Umwelt um? Ich bin Bauingenieur und wollte eigentlich etwas bauen, ich wollte gestalten. Zu der Frage danach, was ich hinterlasse, hat mich meine Frau gebracht. Später, während des Studiums, waren es dann Kollegen, die mir gezeigt haben, dass wir die Umwelt aus einem inneren Antrieb schützen, letztlich um uns selbst zu schützen. Auch dieser sehr anthropozentrische Ansatz hat mich berührt. Es geht nicht nur um die Umwelt und die Natur an sich, sondern auch darum, dass wir hier gern sind und gern bleiben wollen.

Welches Bild haben Sie vor Augen, wenn Sie an eine intakte Umwelt denken?

Das sind zwei Bilder. Das eine ist: Wenn ich morgens aufwache und die Vögel lauter als den Straßenverkehr höre. Das andere Bild ist das von einem sauberen Fluss und vor allem auch von sauberem Trinkwasser. Das sind die Elemente, an die ich als Stadtmensch denke. Wenn ich generell gefragt würde: Dann sind es vielfältig blühende Wiesen – wissend, dass das alles auch sehr trügerisch sein kann.

Der Zustand der Umwelt in Bayern wird mit Indikatoren gemessen, unter denen wir uns Zahlen vorstellen. Weil Sie den morgendlichen Vogelgesang ansprechen: Es gibt auch qualitative Methoden wie etwa Sound-

scapes, d.h. akustische Verfahren, mit denen man in die Umwelt hineinhört. Können solche subjektiven Methoden bei der Bewertung der Umwelt eine Rolle spielen beziehungsweise warum sind unsere Verfahren so stark quantitativ?

Wir wollen objektivieren und objektiv argumentieren. Nur so können wir in unserer Gesellschaft Entscheidungen herbeiführen. Ich kann mir nicht vorstellen, dass eine subjektive Herangehensweise im politischen Raum oder in unserer Gesellschaft zu einem objektiven Ende geführt werden kann. Ich erinnere mich an eines meiner ersten Erlebnisse in Ismaning (*Anm. d. Red.:* C.K. war als Abteilungsleiter im Wasserwirtschaftsamt München für den Landkreis München zuständig): Ein Bach wurde ökologisch wunderschön gestaltet. Daraufhin kamen Beschwerden von Leuten, dass sie nicht mehr schlafen könnten, weil der Bach rauscht. Es kam tatsächlich die Diskussion um den Rückbau der rauen Rampe auf. Sie war eingebaut worden, damit das Wasser wieder plätschern kann. Ich dachte damals, ich verstehe die Welt nicht. Aber die Menschen, die dort unmittelbar ihr Schlafzimmerfenster hatten, fühlten sich wohl tatsächlich belästigt.

Was sind aus Ihrer Sicht die größten Erfolge des Umweltschutzes in Bayern?

Der augenfälligste Erfolg ist die Reinhaltung der Flüsse und der Seen. Wer in den 1960er und 1970er Jahren baden ging, weiß, dass sehr viele Flüsse in sehr schlechtem Zustand waren. Die positive Veränderung der Wasserqualität ist wirklich eine Erfolgsgeschichte. Wir in Bayern haben beispielsweise einen winzigen Teil am Bodensee mit 17 Kilometer Uferfläche. In den 1960er und 1970er

Im Gespräch mit Claus Kumutat, Präsident des LfU

Jahren konnten Sie dort zwar baden, aber Sie bekamen auch regelmäßig Probleme. Ich beispielweise bekam davon Fieber. Heute entspricht der Zustand dem vor der Einleitung der riesigen Abwassermengen im Einzugsgebiet des Bodensees. Zum Nachteil der Fischer, die sagen, die Fische seien wieder zu klein. Wobei die Fische heute eigentlich nur so klein sind, wie sie vorher schon einmal waren.

Wo sehen Sie eine Aufgabe des Umweltschutzes für die nähere Zukunft?

Ich glaube, dass in näherer Zukunft das Thema Lärm eine immer größere Rolle spielen wird. Wir haben die Lärmkartierungen für ganz Bayern durchgeführt und mich wundert, dass dies nicht auf größeres Interesse stößt. Lärm nervt jeden höchstpersönlich. Gleichzeitig trägt auch jeder auf irgendeine Weise dazu bei, mit einer Stichsäge, mit einem Laubsauger. Auch die zunehmende Mobilität geht mit Lärm einher. Lärm hat unmittelbare Auswirkungen auf die Gesundheit und ist ein Beispiel für die Verbindung von Umwelt und Gesundheit, wie sie gerade von der Universität Augsburg betont wird. Auch der große Druck auf die Fläche wird uns in Zukunft beschäftigen. Er entsteht nicht nur durch die Energiewende, durch die Ansprüche des Naturschutzes oder des Gewerbes, sondern auch durch Infrastruktur und durch das immer größer werdende individuelle Bedürfnis nach viel Raum. Der Raum, den der Einzelne heute in Anspruch nimmt, um zu wohnen, zu arbeiten oder sich fortzubewegen, wächst und wächst und wächst. Die Folgen des Klimawandels werden uns ebenfalls beschäftigen. In Bayern denke ich dabei etwa an die Trinkwasserversorgung. Die Frage ist, ob alle Kommunen ausreichend

gut aufgestellt sind. Auch die Obstbauern müssen sich anpassen, ebenso die Landwirtschaft und der Forst.

Welches Umweltwissen möchten Sie jungen Leuten mitgeben?

Wichtig ist das Denken in Kreisläufen. Alles Handeln kommt in irgendeiner Weise zurück. Nichts verschwindet auf dieser Welt. Ich möchte jungen Menschen das Bewusstsein über die Folgen des eigenen Handelns mitgeben – nicht nur im Sozialen, wo ich das sehr wichtig finde – sondern auch im Umgang mit der Umwelt. Dabei sollten sie Geduld haben. Wenn das gelänge, wäre schon viel gewonnen.

Welche Funktion erfüllt für Sie dabei die Universität?

Je lebensnaher die Universität ist, umso stärker kann sie diese Rolle erfüllen. Sie muss diese Kreisläufe aufdecken und darstellen und bewusst machen. Wissenschaft sollte einen unmittelbaren Bezug zu unserem Handeln haben.

Dipl.-Ing. Claus Kumutat, 1957 in Stuttgart-Bad Cannstatt geboren, ist verheiratet und Vater zweier Kinder. Als Abteilungsleiter beim Wasserwirtschaftsamt München war Claus Kumutat für den Landkreis München zuständig (1991–1993), ehe er als Referent in das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen wechselte (1993–1998). Daraufhin übernahm er die Geschäftsführung der Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern (GAB) mbH. Im Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit war er ab 2003 Leiter der Referate „Grundwasserschutz und Wasserversorgung“ beziehungsweise „Gewässer erster Ordnung“ und von 2005 an auch Stellvertreter des Abteilungsleiters „Wasserwirtschaft“. Seit April 2011 ist Claus Kumutat Präsident des Bayerischen Landesamts für Umwelt, LfU, in Augsburg.





DAS WZU

- 92 Profil
- 93 Das Team am WZU
- 94 Die Mitglieder des WZU
- 98 Rückblick
- 100 Aktuelle Publikationen

Profil

Nachhaltigkeitsfragen entstehen oft im Grenzgebiet wissenschaftlicher Disziplinen und an den Grenzen von Wissenschaft und Gesellschaft. Das Wissenschaftszentrum Umwelt der Universität Augsburg führt daher die umweltwissenschaftlichen Kompetenzen der Universität Augsburg zusammen und verbindet sie mit externen Forschungsinstitutionen sowie mit den im Umweltbereich tätigen Institutionen, NGOs und Unternehmen.

Die Initiative für die Gründung des WZU ging im Jahr 2000 von WissenschaftlerInnen aus natur- und sozialwissenschaftlichen sowie geisteswissenschaftlichen Disziplinen der Universität Augsburg aus, die durch fächerübergreifende Arbeit innovative, anwendungsorientierte Ergebnisse in der Nachhaltigkeitsforschung erzielen wollten. Mittlerweile gehören mehr als 60 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zum Kreis der WZU-Mitglieder. Durch die vielfältigen Erfahrungen und Kompetenzen der WZU-Mitglieder entfaltet sich in unseren Projekten, in Mitgliederversammlungen und Tagungen die Produktivkraft des interdisziplinären Dialogs.

Die offene und kreative Netzwerk-Atmosphäre ist die wesentliche Stärke unserer Einrichtung. In ihr entstehen neue Ideen, und, wenn alles glücklich läuft, aus diesen Ideen wegweisende Projekte. So zum Beispiel die Entwicklung von webbasierten Risikokartierungen, ressourcenstrategische Konzepte für Unternehmen, innovative Projekte im Bereich Umwelt & Gesundheit oder auch Energiekonzepte für Kommunen. Wir versuchen, solche Projekte zu ermöglichen, indem wir strukturelle und finanzielle Hürden aus dem Weg räumen. Das gelingt, indem wir Vertrauen über die Grenzen von Disziplinen, Fakultäten und Institutionen hinweg schaffen.

Davon profitieren Forschung und Lehre an der Universität Augsburg: Aus der Kooperation am WZU ist beispielsweise der von Prof. Armin Reller entwickelte Forschungsschwerpunkt Ressourcenstrategie hervorgegangen, der heute zum Profil der Universität Augsburg beiträgt. In der Lehre erproben wir neue Methoden – insbesondere rund um unser Konzept der Stoffgeschichten – und entwickeln disziplinübergreifende Seminare, Vorlesungen und Studiengänge. Das bereichert seit Jahren die Ausbildung von Studierenden nicht nur der Materialwissenschaften, sondern auch der Geographie, der Wirtschaftswissenschaften und der Medienwissenschaften.

Das Team am WZU

Vorstand

Prof. Dr. Armin Reller, Sprecher
Prof. Dr. Jucundus Jacobeit
Prof. Dr. Marita Krauss
Dr. Jens Soentgen

Sekretariat

Regina Rott

Wissenschaftliche Mitarbeiter

Dr. Josef Cyrus
Dr. Jianwei Gu
Severin Kaspar
Dr. Regina Pickford
Dr. Jens Soentgen
Georg Strobl
Dr. Katrin Vogel
Prof. Dr. Dr. Bernd Wagner

Wissenschaftliche und studentische Hilfskräfte

Julia Fendt
Stefan Fendt
Michael Hilgers
Michael Schweiger
Vera Sens

Lehrstuhl Ressourcenstrategie am WZU

Prof. Dr. Armin Reller, Lehrstuhlinhaber
Prof. Dr. Gesa Beck
Renate Diessenbacher, Sekretariat
Marisa Arvaneh
Joshena Dießenbacher
Oliver Gantner
Thomas Kippes
Michael Kleinen
Oscar Klier
Ariane Lubberger
Dr. Simon Meißner
Dr. Luitgard Marschall
Dr. Sigrun Schmid
Dr. Claudia Schmidt
Dr. Andrea Thorenz
Dr. Volker Zepf

Die Mitglieder des WZU

Prof. em. Dr. Helmut Altenberger

Institut für Sportwissenschaft, Universität
Augsburg

Prof. Dr. Elisabeth André

Institut für Informatik, Universität Augsburg

Dr. Christoph Beck

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Prof. Dr. Helena Bilandzic

Institut für Medien, Wissen und Kommunikation,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Michael Bittner

DLR, Earth Observation Center, Oberpfaffenhofen;
Institut für Physik, Universität Augsburg

PD Dr. Stefan Böschen

Institut für Technikfolgenabschätzung und
Systemanalyse (ITAS),
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Prof. Dr. Klaus Bredl

Institut für Medien, Wissen und Kommunikation,
Universität Augsburg

Thomas Cyris

Referat Sicherheitsmanagement und Umweltschutz,
Zentralverwaltung, Universität Augsburg

Prof. Dr. Ulrich Eckern

Institut für Physik, Universität Augsburg

Dr. Martinus Fesq-Martin

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Prof. Dr. Peter Fiener

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Prof. Dr. Arne Friedmann

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Dr. Sven Grashey-Jansen

Institut für Geographie, Universität Augsburg

RD Klaus Hager

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Dr. Riyaz Haider

Firma BioSustain, Augsburg/Dar-es-Salaam

Prof. Dr. Thomas Hamacher

Lehrstuhl für Energiewirtschaft und
Anwendungstechnik, TU München

Dr. Eckhard Hartmann

Fachgruppe Biologie, Universität Augsburg

Dr. Wolfgang Hatz

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Die Mitglieder des WZU

Prof. Dr. Thomas Hausmanninger

Christliche Sozialethik, Universität Augsburg

Dr. Thomas Henschel

Bayerisches Landesamt für Umwelt, LfU,
Augsburg

PD Dr. Elke Hertig

Institut für Geographie, Universität Augsburg

PD Dr. Markus Hilpert

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Dr. Gabriele Höfner

Marketing/Fundraising, Präsidium,
Universität Augsburg

Dr. Ulrich Hohoff

Direktor Universitätsbibliothek,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Ronald H.W. Hoppe

Institut für Mathematik, Universität Augsburg

Prof. Dr. Siegfried Horn

Institut für Physik, Universität Augsburg

Prof. Dr. Jucundus Jacobeit

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Prof. Dr. Marita Krauss

Philologisch-Historische Fakultät,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Harald Kunstmann

Institut für Geographie, Universität Augsburg
Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU),
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Campus Alpin

Prof. Dr. Christoph Lau

Institut für Soziologie, Universität Augsburg

Dr. Stefan Lindl

Philologisch-Historische Fakultät,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Alois Loidl

Institut für Physik, Universität Augsburg

Dr. Luitgard Marschall

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Johannes Masing

Institut für Öffentliches Recht,
Universität Freiburg

Prof. Dr. Eva Matthes

Lehrstuhl für Pädagogik, Universität Augsburg

Die Mitglieder des WZU

Dr. Simon Meißner

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Peter Michaelis

Institut für Volkswirtschaftslehre,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Ulrike Ohl

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Prof. Dr. Gerd Peyke

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Dr. Andreas Philipp

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Prof. Dr. Wolfgang Poschwatta

Aichach

Dr. Joachim Rathmann

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Prof. Dr. Armin Reller

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Thomas Rist

Fakultät für Informatik, Hochschule Augsburg

Prof. em. Dr. Franz Schaffer

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Prof. Dr. Lothar Schilling

Lehrstuhl für Geschichte der frühen Neuzeit,
Universität Augsburg

Dr. Walter Schindler

München

Dr. Claudia Schmidt

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie,
Universität Augsburg

Prof. em. Dr. Reiner Schmidt

Institut für Umweltrecht, Universität Augsburg

Dr. Stefanie Seubert

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Prof. em. Dr. Bernd Stritzker

Institut für Physik, Universität Augsburg

Dr. Markus Strobel

Institut für Management und Umwelt, Augsburg

Dr. Peter Suppan

Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU),
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Campus Alpin

Prof. Dr. Sabine Timpf

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Die Mitglieder des WZU

Prof. Dr. Axel Tuma

Institut für Betriebswirtschaftslehre,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Uwe Voigt

Lehrstuhl für Philosophie, Universität Augsburg

Prof. Dr. Bernd Wagner

Wissenschaftszentrum Umwelt,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Christoph Weller

Institut für Politikwissenschaft,
Universität Augsburg

Frank Werner

World Environment Center Europe,
München-Pasing

Prof. Dr. Karl-Friedrich Wetzel

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Prof. Dr. Hubert Zapf

Philologisch-Historische Fakultät,
Universität Augsburg

Dr. Thomas Ziesemer

Institut für Volkswirtschaftslehre,
Universität Augsburg

Prof. Dr. Ralf Zimmermann

Institut für Chemie, Universität Rostock,
Institut für ökologische Chemie,
Helmholtz Zentrum München

Rückblick

APRIL

Der neu gegründete Lehrstuhl für Ressourcenstrategie zieht ins WZU.



SEPTEMBER

Tagung "People at the Well" mit der Universität Frankfurt am Main.

OKTOBER

10 Jahre WZU

FEBRUAR

Feldforschungsbeginn des BMBF-Projekts Klima Regional.

SEPTEMBER

Start der Fraunhofer Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie (IWKS) in Alzenau und Augsburg.

APRIL

Start des Lech-Projekts mit der Ringvorlesung „Der Lech - Geschichte und Zukunft“.



JUNI

Start des Graduiertenkollegs „Ressourcenstrategische Konzepte für zukunftsfähige Energiesysteme“.

NOVEMBER

„10 Years WEC in Europe“ Festveranstaltung in Köln.

NOVEMBER

Eröffnung der CO2 Ausstellung im Umweltbundesamt Berlin.

2011

2012

2010

Rückblick

2013

AUGUST & SEPTEMBER

Die Stickstoffausstellung des WZU wird in Augsburg (Naturmuseum), dann in Heidelberg (Carl Bosch Museum) gezeigt.



DEZEMBER

Der Lehrstuhl für Ressourcenstrategie veröffentlicht das Lehrbuch „Ressourcenstrategien - Eine Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen“.

2014

JANUAR

Das ForCycle-Projekt startet offiziell mit einer Auftaktveranstaltung im Münchner Künstlerhaus

APRIL

Das WZU-Kolloquium „Mittagstisch“ findet am ersten Dienstag dieses Monats zum ersten Mal statt.

AUGUST

Das Buch „Der gezähmte Lech-Fluss der Extreme“ erscheint



Aktuelle Publikationen



Stefan Böschen
Bernhard Gill
Cordula Kropp
Katrin Vogel (Hg.)

Klima von Unten

Regionale Governance und gesellschaftlicher Wandel

Der Klimawandel ist kein rein naturwissenschaftliches Thema. Gerade in den Sozialwissenschaften setzt sich zunehmend die Erkenntnis durch, dass klimatische Veränderungen alle gesellschaftlichen Ebenen betreffen, wobei vor allem auf regionaler Ebene besondere Handlungspotenziale liegen. Der Band erkundet, welche Chancen und Hindernisse für den lokalen Klimaschutz und die Klimaanpassung bestehen. Zugleich wird nach der Bedeutung von lokalen Wahrnehmungsmustern, Werthaltungen und Partizipationsmöglichkeiten im Kontext des Klimawandels gefragt.



Marita Krauss
Stefan Lindl
Jens Soentgen (Hg.)

Der gezähmte Lech

Ein Fluss der Extreme

„Das Buch ist ein Appell für eine Lechbefreiung. Unter dem Schlagwort „Licca liber“ laufen die Planungen. Sie werden noch zu vielen Diskussionen führen. ‚Der gezähmte Lech‘ liefert Argumente – wissenschaftlich, aber nicht wissenschaftlich kompliziert.“
(Augsburger Allgemeine, 14.07.2014)

Aktuelle Publikationen

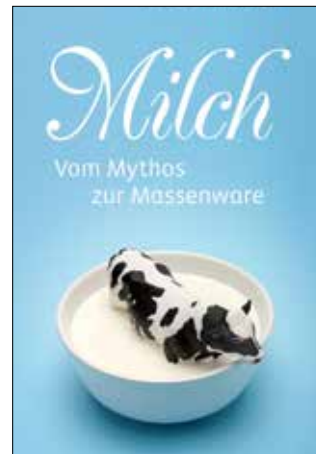


Armin Reller
Luitgard Marschall
Simon Meißner
Claudia Schmidt (Hg.)

Ressourcenstrategien

Eine Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen

Das Thema „zukunftsfähiger Umgang mit Ressourcen“ ist zurzeit hochaktuell. Jedoch gestalten sich die Zusammenhänge immer unübersichtlicher. Um die bisherige Entwicklung nachvollziehen zu können und neue Strategien für einen nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen zu entwickeln, müssen disziplinär begrenzte Sichtweisen überwunden werden. Die HerausgeberInnen unternehmen daher eine interdisziplinäre Betrachtung globaler Stoffkreisläufe und der weltweiten Verfügbarkeit wichtiger Rohstoffe.



Andrea Fink-Keßler

Milch

vom Mythos zur Massenware

Milch ist der achte Band der WZU-Buchreihe Stoffgeschichten.

„Die Milch machts!“ – sagt der Volksmund. Aber was macht die Milch eigentlich? Wer macht sie? Beim Milchmachen entstehen nicht nur Milch, Molke, Butter und Käse, sondern auch Landschaften, Lebensformen, Wirtschaftsimperien. Selbst das Klima wird vom Milchmachen beeinflusst. Diese Hintergründe bleiben meist undurchsichtig wie ein Milchglas. Das vermeintlich natürliche, unschuldig weiße Getränk hat es in sich. Debatten über das Klima, über Tierschutz, über Landschaft, Heimat und über Gesundheit kreuzen sich in der Milch und schlagen Wellen, schaukeln sich hoch. Dieses Buch erzählt die Geschichte der Milch – von ihren Anfängen, als die Herauslösung aus dem Naturzusammenhang und aus einer religiös gebundenen Wirtschaftsweise im Mittelpunkt stand, bis zur Moderne, in deren Verlauf aus einem leicht verderblichen Nahrungsmittel ein immer verfügbarer und zugleich höchst umstrittener Rohstoff geworden ist.

Aktuelle Publikationen



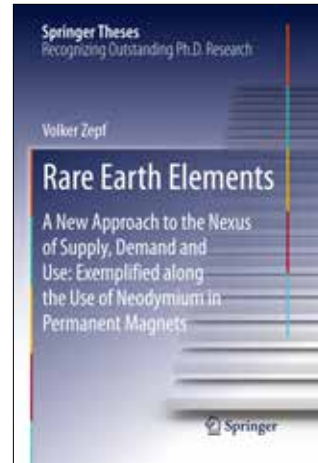
Armin Reller
Heike Holdinghausen

Der geschenkte Planet

Nach dem Öl beginnt die Zukunft

Öl wird teuer und knapp, das steht fest. Doch ist damit das Ende des Ölzeitalters bereits eingeläutet? Und wie kann der Übergang in eine postfossile Welt gelingen?

Ökoenergie: „In ihrem Buch zeigen Armin Reller und Heike Holdinghausen, welche Chancen wir nutzen sollten, damit nach dem Öl die Zukunft beginnen kann.“



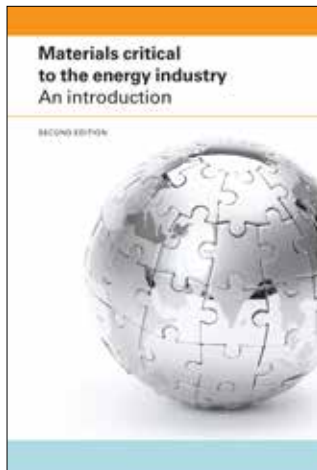
Volker Zepf

Rare Earth Elements

A New Approach to the Nexus of Supply, Demand and Use: Exemplified along the Use of Neodymium in Permanent Magnets

Für seine Dissertation über Seltene Erden, jene Metalle, die zur Herstellung von Akkus, Windrädern oder Elektromotoren gebraucht werden, wurde Volker Zepf der Universitätspreis 2013 der Uni Augsburg verliehen. Der Wissenschaftsverlag Springer nahm die auf Englisch verfasste Schrift auf in eine Buchreihe herausragender Doktorarbeiten aus aller Welt.

Aktuelle Publikationen

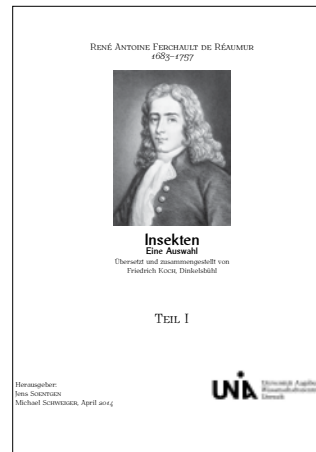


Volker Zepf
John Simmons
Armin Reller
Morag Ashfield
Cameron Rennie

Materials critical to the energy industry

*An introduction
Second Edition*

Das Buch geht auf das weltweite Forschungsprogramm „Energy Sustainability Challenge“ zurück, das 2009 von BP gestartet wurde. Die überarbeitete, zweite Auflage wendet sich auch an Wissenschaft und Industrie. Die Kritikalitäten ausgewählter Materialien werden genau erläutert und begründet, indem Anwendungsgebiete, chemisch-physikalische Eigenschaften, Produktionszahlen, Akteure, Preisentwicklungen und Nachhaltigkeitsindikatoren aufgezeigt werden. Das Buch ist Teil einer Reihe, die in Großbritannien für den *Energy Institute Award 2014* nominiert wurde und sich in der Endauswahl befindet.



René Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757)

Übersetzt und ausgewählt von Friedrich Koch

Insekten

*Eine Auswahl
Teil I*

Michael Schweiger,
Jens Soentgen (Hg.)

Die insektenkundlichen Essays des französischen Naturforschers René Antoine Ferchault de Réaumur aus dem 18. Jahrhundert sind nicht nur wissenschaftliche Spitzenleistungen, sondern sie sind zugleich auch brillant geschriebene Literatur. Das WZU legt in einer digitalen Ausgabe, die über den OPUS-Server der Universitätsbibliothek Augsburg kostenlos verfügbar ist, die erste deutsche Übersetzung einer Auswahl aus dem umfangreichen insektenkundlichen Werk des Naturforschers vor. Übersetzt und ausgewählt hat sie Friedrich Koch (Dinkelsbühl). Er übersetzte auch die bei Matthes und Seitz erscheinende Gesamtausgabe der berühmten *Souvenirs Entomologiques* von Jean-Henri Fabre. Herausgegeben wurde die Sammlung von Michael Schweiger und Jens Soentgen.

<http://opus.bibliothek.uni-augsburg.de/opus4/frontdoor/index/index/docId/2732>

W Z U

Wissenschaftszentrum Umwelt
Universität Augsburg

Wissenschaftszentrum Umwelt
Environmental Science Center
Universität Augsburg
Universitätsstraße 1a
86159 Augsburg
Tel.: +49 821 598-3560
Fax: +49 821 598-3559
E-mail: info@wzu.uni-augsburg.de
www.wzu.uni-augsburg.de

Der Jahresbericht 2014 umfasst den Berichtszeitraum von
Januar bis Dezember 2014.

HERAUSGEBER

Prof. Dr. Armin Reller
Prof. Dr. Jucundus Jacobeit
Prof. Dr. Marita Krauss
Dr. Jens Soentgen

REDAKTION

Dr. Jens Soentgen
Dr. Katrin Vogel
Michael Hilgers

LAYOUT

Michael Hilgers
2bex Design+Konzept, Kaufbeuren

Klimaneutral gedruckt auf Recyclingpapier